

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»  
УДК 620.9:697.32

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Г.Б.Варламов  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 19 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Теплопостачання житлової будівлі у м. Кременчук з використанням  
теплового насосу і утилізацією теплоти вентиляційних викидів»

Виконав: студент II курсу, групи ТП-81мп  
Тищенко Павло Ігорович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н., проф. Пуховий І.І.

\_\_\_\_\_ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Каштанов С.Ф.  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

ОПП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Г.Б.Варламов  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**  
Тищенко Павлу Ігоровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Теплопостачання житлової будівлі у м. Кременчук з використанням теплового насосу і утилізацією теплоти вентиляційних викидів»,  
науковий керівник дисертації Пухоий Іван Іванович, д.т.н., професор,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2019 р.

3. Об'єкт дослідження Житловий п'ятиповерховий будинок у м. Кременчуці

4. Вихідні дані 1) Характеристики будинку:

- розміри - 24x28,8x25,85 м<sup>3</sup>;

- товщина стін – 540 мм;

- матеріал стін – пінобетон, облицювальна цеглина;

2) Тепловий насос з атмосферним, ґрунтовим і каналізаційним теплообмінниками – 1.

3) Температура повітря, що видаляється, з приміщення  $t'_{в}=20^{\circ}\text{C}$ .

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) Розрахувати систему гарячого водопостачання.

2) Розрахувати систему опалення.

3) Вибрати основне та допоміжне обладнання системи опалення.

4) Провести розрахунок ґрунтового теплообмінника.

5) Провести розрахунок каналізаційного теплообмінника.

6) Провести розрахунок калорифера.

7) Розрахувати на міцність бак-акумулятор.

8) Розробити стартап-проект.

9) Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1) Фасади будинку (плани, перерізи) – 3 арк.

2) Тепловий насос – 1 арк.

3) Теплообмінник-утилізатор вентиляційний – 1 арк..

4) Системи тепло-, водопостачання і водовідведення:

- схеми водопостачання і каналізації – 1 арк.;

- схема системи опалення і кондиціонування – 1 арк.

- компоновка обладнання в підвалі – 1 арк.

- схема автоматизації теплопостачання будинку – 1 арк.

7. Орієнтовний перелік публікацій – тези доповіді.

8. Консультанти розділів дисертації\*

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|---|----------------|------------------|
|               |   | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Каштанов С.Ф, доцент                      |                |                  |

9. Дата видачі завдання 4.11.2019 р.

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1     | Розрахунок системи ГВП                          | 08.11.2019 р.                                    |          |
| 2     | Розрахунок системи опалення                     | 13.11.2019 р.                                    |          |
| 3     | Вибір обладнання                                | 15.11.2019 р.                                    |          |
| 4     | Розрахунок ґрунтового теплообмінника            | 18.11.2019 р.                                    |          |
| 5     | Розрахунок каналізаційного теплообмінника       | 20.11.2019 р.                                    |          |
| 6     | Розрахунок калорифера                           | 21.11.2019 р.                                    |          |
| 7     | Розрахунок на міцність бака-акумулятора         | 25.11.2019 р.                                    |          |
| 8     | Розробка стартап-проекту                        | 27.11.2019 р.                                    |          |
| 9     | Охорона праці                                   | 29.11.2019 р.                                    |          |
| 10    | Креслення                                       |  |          |
| 10.1  | Фасади будинку                                  | 20.11.2019 р.                                    |          |
| 10.2  | Тепловий насос                                  | 25.11.2019 р.                                    |          |
| 10.3  | Теплообмінник-утилізатор вентиляційний          | 29.11.2019 р.                                    |          |
| 10.4  | Система теплопостачання                         | 01.12.2019 р.                                    |          |
| 11    | Оформлення пояснювальної записки                | 04.12.2019 р.                                    |          |

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

П.І. Тищенко  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_ (підпис)

І.І. Пуховий  
(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

# **Пояснювальна записка**

**до магістерської дисертації**

**за освітньо-професійною програмою**

на тему: «Теплопостачання житлової будівлі у м. Кременчук з використанням теплового насосу і утилізацією теплоти вентиляційних викидів»

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки на тему: «Теплопостачання житлової будівлі у м. Кременчук з використанням теплового насосу і утилізацією теплоти вентиляційних викидів» с.86, рис.18, табл.6, дод.3, джерел 12, креслеників формату А1 9.

Об'єкт розробки – житловий будинок.

Мета роботи – комплексне вирішення проблеми енергозбереження за рахунок нових підходів до архітектурно - планувальних, конструктивних рішень і інженерного устаткування.

Було виконано розрахунки: системи гарячого водопостачання, системи опалення, ґрунтового теплообмінника, каналізаційного теплообмінника, розрахунок калорифера вентиляційного, розрахунок на міцність бака акумулятора, розрахунок системи автоматизації теплонасосного опалення. Наведені результати розрахунків витрат теплоти на опалення, теплової схеми, основного та допоміжного обладнання.

На графічних матеріалах наведені креслення теплового насосу, схему системи опалення, компоновку обладнання у підвалі, схему автоматизації теплонасосного опалення, схему водопостачання і каналізації, теплообмінник-утилізатор вентиляційний, креслення фасадів будинку.

Розглянуті питання: охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Розроблений стартап-проект, в результаті техніко-економічних розрахунків показано, що термін окупності системи опалення та ГВП з тепловим насосом в порівнянні з теплопостачанням за допомогою електротяги складає 5,3 років, що є вигідним.

Результати роботи взяті на розгляд для запровадження в ТОВ «АВА.КОДС», апробація роботи: доповідь на XVII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів. КПІ ім. І. Сікорського, 23-26 квітня 2019 р.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** тепловий насос, ґрунтовий, атмосферний, каналізаційний, теплообмінник, опалення, гаряче, водопостачання, вентиляція, теплові, втрати, теплопостачання, насос, втрати, етиленгліколь.

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на соискание степени магистра по образовательно-профессиональной программе подготовки на тему: «Теплоснабжение жилого здания в г. Кременчуг с использованием теплового насоса и утилизацией теплоты вентиляционных выбросов» с.86, рис.18, табл.6, доп.3, источников 12, чертежей формата А1 9.

Объект разработки - жилой дом.

Цель работы - комплексное решение проблемы энергосбережения за счет новых подходов к архитектурно-планировочным, конструктивным решениям и инженерного оборудования.

Были выполнены расчеты: системы горячего водоснабжения, системы отопления, грунтового теплообменника, канализационного теплообменника, расчет калорифера вентиляционного, расчет на прочность бака-аккумулятора, расчет системы автоматизации теплонасосного отопления. Приведены результаты расчетов расхода теплоты на отопление, тепловой схемы, основного и вспомогательного оборудования.

На графических материалах приведены чертежи теплового насоса, схема системы отопления, компоновка оборудования в подвале, схема автоматизации теплонасосного отопления, схема водоснабжения и канализации, теплообменник-утилизатор вентиляционный, чертежи фасадов дома.

Рассматриваемые вопросы: охраны труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Разработанный стартап-проект, в результате технико-экономических расчетов показано, что срок окупаемости системы отопления и ГВС с тепловым насосом по сравнению с теплоснабжением с помощью электродотла составляет 5,3 лет, что является выгодным.

Результаты работы приняты на рассмотрение для внедрения в ООО «АВА.КОДС», апробация работы: доклад на XVII Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. КПИ им. И. Сикорского, 23-26 апреля 2019.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тепловой насос, грунтовый, атмосферный, канализационный, теплообменник, отопление, горячее, водоснабжение, вентиляция, тепловые, потери, теплоснабжения, насос, потери, этиленгликоль.

## SUMMARY

Master's Thesis for Master's Degree in Educational and Professional Training Program on the topic: "Heat supply of a residential buildings in the city of Kremenchuk, using the heat pump and waste heat from the ventilation system", p.86, fig.18, table 6, app.3, sc.12, A1 format drawings 9.

The object of development is a residential building.

The purpose of the work is a comprehensive solution to the problem of energy conservation due to new approaches to architectural-planning, structural solutions and engineering equipment.

The calculations were made: hot water supply system, heating system, soil heat exchanger, sewage heat exchanger, calculation of ventilation heat exchanger, calculation of battery tank strength, calculation of heat pump automation system. The results of calculations of the cost of heat for heating, thermal scheme, basic and auxiliary equipment are given.

The graphic materials show the drawings of the heat pump, the scheme of the heating system, the layout of the equipment in the basement, the scheme of automation of heat pumping, the scheme of water supply and sewerage, heat exchanger-ventilator, drawings of the facades of the house.

Issues addressed: Occupational safety and health.

A startup project has been developed and, as a result of technical and economic calculations, it is shown that the payback period of the heating system and DHW with a heat pump compared to heat supply with the help of an electric boiler is 5.3 years, which is favorable.

The results of the work are considered for introduction in AVA.CODES LLC. Approbation of work: report at the XVII International scientific-practical conference of young scientists and students. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, April 23-26, 2019.

**KEY WORDS:** heat pump, soil, atmospheric, sewage, heat exchanger, heating, hot, water supply, ventilation, heat, losses, heat supply, pump, losses, ethylene glycol.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів.....                | 9  |
| Вступ .....  | 11 |
| 1 Система теплопостачання .....  | 15 |
| 1.1 Опис теплової схеми.....   | 15 |
| 1.2 Система опалення .....   | 17 |
| 1.3 Система гарячого водопостачання.....                                     | 17 |
| 1.4 Система вентиляції .....   | 17 |
| 1.5 Система кондиціонування повітря.....                                     | 18 |
| 1.6 Система каналізації.....   | 18 |
| 1.7 Висновки з розділу .....   | 19 |
| 2 Система гарячого водопостачання.....                                       | 20 |
| 2.1 Розрахунок витрати води і тепла для системи гарячого водопостачання..... | 20 |
| 2.2 Вибір устаткування системи гарячого водопостачання.....                  | 22 |
| 3 Система опалення .....   | 23 |
| 3.1 Розрахункова витрата теплоти .....                                       | 23 |
| 3.2 Середня витрата теплоти на опалення.....                                 | 31 |
| 3.3 Річна витрата теплоти на опалення.....                                   | 32 |
| 3.4 Втрати теплоти по місяцях за опалювальний сезон .....                    | 32 |
| 3.5 Вибір опалювальних приладів.....   | 33 |
| 3.6 Вибір установки системи опалення .....                                   | 40 |
| 3.7 Висновки з розділу .....   | 45 |
| 4 Ґрунтовий теплообмінник .....  | 46 |
| 5 Каналізаційний теплообмінник .....   | 48 |

|             |     |                |        |                  |      |        |  |  |        |         |
|-------------|-----|----------------|--------|------------------|------|--------|--|--|--------|---------|
| Зам. інв. № |     | Підпис та дата |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ |      |        |  |  |        |         |
|             |     |                |        |                  |      |        |  |  |        |         |
|             | Зм. |                | Кільк. | Арк.             | №док | Підпис | Дата   |  |        |         |
| Інв. №      |     |                |        |                  |      |        | Теплопостачання житлової будівлі у<br>м. Кременчук з використанням теп-<br>лового насосу і утилізацією теплоти<br>вентиляційних викидів.<br>Пояснювальна записка | Стадія   | Аркуші | Аркушів |
|             |     |                |        |                  |      |        |  | МДп  | 7      | 86      |
|             |     |                |        |                  |      |        |  | КПІ ім. Ігоря Сікорського,<br>ТЕФ, Кафедра ТПТ |        |         |
|             |     |                |        |                  |      |        |  |  |        |         |
|             |     |                |        |                  |      |        |  |  |        |         |
|             |     |                |        |                  |      |        |  |  |        |         |



|  |    |
|--|----|
| 6 Калорифер вентиляційний .....                              | 53 |
| 7 Розрахунок на міцність бака-акумулятора .....              | 60 |
| 8 Розробка стартап-проекту .....                             | 62 |
| 9 Система автоматизації теплонасосного опалення .....        | 66 |
| 10 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....   | 72 |
| Висновки .....   | 82 |
| Список використаної літератури .....                         | 83 |
| Додатки  |    |
| Додаток А  |    |
| Результат перевірки на плагіат .....                         | 84 |
| Додаток Б  |    |
| Акт впровадження результатів магістерської дисертації .....  | 85 |
| Додаток В  |    |
| Технічне завдання на проектно-конструкторську розробку ..... | 86 |

|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  | 8    |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

$t$  – температура;  
 $Q$  – теплова потужність;  
 $n$  – кількість діб;  
 $R$  – термічний опір;  
 $F$  – площа;  
 $h$  – висота приміщення;  
 $U$  – кількість споживачів гарячої води;  
 $N$  – кількість санітарно-технічних приладів;  
 $L$  – масова витрата вентиляційного повітря;  
 $k$  – нормативна кратність повітрообміну;  
 $V$  – об'єм;  
 $\rho$  – густина.  
 $c$  – питома теплоємність;  
 $\Delta P$  - втрати тиску;  
 $\lambda$  - коефіцієнт опору тертя;  
 $\xi$  - коефіцієнт місцевих опорів;  
 $G$  – масова витрата теплоносія;  
 $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;  
 $K$  – коефіцієнт теплопередачі,;  
 $\delta$  – товщина;  
 $\lambda$  – теплопровідність;  
 $w$  – швидкість руху теплоносія;  
 $d$  – діаметр трубок;  
 $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості;  
 $B$  – барометричний тиск;  
 $Re$  – число Рейнольдса;  
 $Nu$  – число Нусельта;  
 $Pr$  – критерій Прандтля;  
 $Gr$  – критерій Грасгофа.  
 Індекси  
 о – опалення;  
 п – приміщення;

|             |        |                |       |        |      |                  |      |
|-------------|--------|----------------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № |        | Підпис та дата |       | Інв. № |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |        |                |       |        |      |                  | 9    |
| Зм.         | Кільк. | Арк.           | Нодок | Підпис | Дата |                  |      |

о.в. — опалення та вентиляція;  
тр — тертя;  
м.о. — місцеві опори;  
ст — стінка.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ |
|     |        |      |      |        |      |                  |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |

## ВСТУП

Нині в Україні здійснюється житлове будівництво (в основному у великих містах - Києві, Дніпропетровську, Донецьку, Одесі, та ін.) на основі монолітної каркасної системи.

При цьому, враховуючи велику вартість землі, проектується в 16 і більше поверхах; у Києві почалося будівництво 30 - 34-поверхових будівель.

Виходячи з сучасних теплотехнічних вимог продемонструємо на прикладах експериментального будівництва найбільш енергоефективні конструктивно-теплофізичні, інженерно - опалювальні - що кондиціонують і архітектурно - планувальні варіанти рішень проектування житлових будинків. По стінних огороженнях передбачається застосування багатошарових конструкцій зовнішніх стін з внутрішнім "теплим" шаром з пінобетону.

У цьому проекті розроблений проект п'ятиповерхового житлового будинку, у якому комплексно вирішуються проблема енергозбереження за рахунок нових підходів до архітектурно-планувальних, конструктивних рішень і інженерному устаткуванню. Закладені в проекті рішення базуються на наступних передумовах.

Враховуючи, що нині ведеться індивідуальне проектування, пропонується виключити з практики проектування будівель з шириною корпусу 11 - 12 м. Відомо, що при збільшенні ширини корпусу будівлі значно знижуються витрати на опалення. Тому передбачається в забудові застосовувати два типи будівель - точкової структури з необмеженою орієнтацією і шириною корпусу 16 м і більш.

1 Враховуючи великий вплив порізаності плану будівлі на тепловтрати, при проектуванні пропонується периметр зовнішніх стін зводити до мінімуму за рахунок вбудованих лоджій. Світова практика будівництва підтверджує загальні підходи до спрощення фасадів будівель і досягнення архітектурної виразності за рахунок якості обробки великих площин фасаду.

2 Найбільші тепловтрати по "глухій" зовнішній стіні відбуваються в кутах будівлі. З метою виключення вказаного недоліку у будинку кути виконані з підвищеною масивністю із загальною товщиною стіни 540 мм: пінобетон 400 мм плюс облицювальна цеглина.

3 З метою зменшення тепловтрат по віконному отвору і в місцях примикання віконної коробки до укосів стіни у експериментальному проекті на основі авторського свідоцтва розроблена коробка для отвору з композитного матеріалу, що виконує декілька функцій:

- а) збільшує поверхню коробки на усю товщину стіни, зменшуючи при цьому тепловтрати в порівнянні з традиційним конструктивним рішенням цього вузла сполучення;
- б) створює міжскляний простір між внутрішнім і зовнішнім віконними блоками;
- в) значно знижує трудомісткість кладки стіни з мілкоштучних виробів у зв'язку з виключенням необхідності пристроїв чвертей для віконного блоку.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 11   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

4 Враховуючи великі тепловтрати через віконні отвори, площини скління фасаду необхідно звести до мінімуму, обмежуючи розміри вікон тільки для освітлення. При цьому, для таких приміщень як кухня - їдальня ці вимоги можуть бути значно понижені оскільки в цих приміщеннях функції приготування їжі і обідня зона розділені.

На підставі викладених вище за принципи, в експериментальному проекті житлового будинку застосовані конструкції зовнішніх стін, в яких економічно обґрунтовано загальне збільшення опору теплопередачі.

При такому рішенні воно складає:

- а) по глухій частині стіни, на першому поверсі і в кутах будівлі -  $3,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
- б) на типовому поверсі -  $3,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
- в) на мансардному поверсі -  $3,73 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
- г) по віконному отвору -  $1,1 - 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
- д) по місцю примикання віконного блоку :
- е) до укосів стіни -  $1,3 - 1,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
- ж) на місці спирання стіни на перекриття -  $2,2 - 2,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

Площа скління фасаду складає 38%. Викладений комплекс конструктивних заходів дозволив отримати характеристики стіни по наведеному опору теплопередачі  $R^{np}_0=2,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , що більш ніж в два рази ефективніше вживаних в сучасній практиці будівництва рішень.

Очевидно, актуально являється питання перегляду діючих будівельних норм по теплотехніці, ввівши як основні вимоги нормування  $R^{np}_0$  по площині зовнішньої стіни в цілому.

Одним з головних завдань в проектуванні енергозберігаючих будівель є створення і практичне освоєння принципово нової концепції теплопостачання.

Усі сучасні технічні рішення по теплопостачанню є цілком задовільними лише у разі наявності достатньої кількості природного газу на місці або в районній котельній. Проте, вже зараз газу не вистачає, а через деякий час, ймовірно досить короткий, газопроводи залишаться без газу. Це - неминучий природний процес виснаження надр, він може бути штучно уповільнений (і навіть прискорений), але уникнути цього неможливо.

Нова концепція теплопостачання, яка втілюється в проекті інженерного оснащення будинку, може стати реальною альтернативою традиційним технічним рішенням, орієнтованим на споживання природного газу в необмеженій кількості.

Поставляти теплову енергію для будинку буде не котельня і не тепла мережа, а електричний тепловий насос який використовуватиме чотири нетрадиційні джерела:

- а) каналізаційні стоки проектного будинку;
- б) повітря, яке виддається з будинку витяжною вентиляцією;

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 12   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

- в) зовнішнє повітря;  
г) ґрунт, на який спирається будинок.

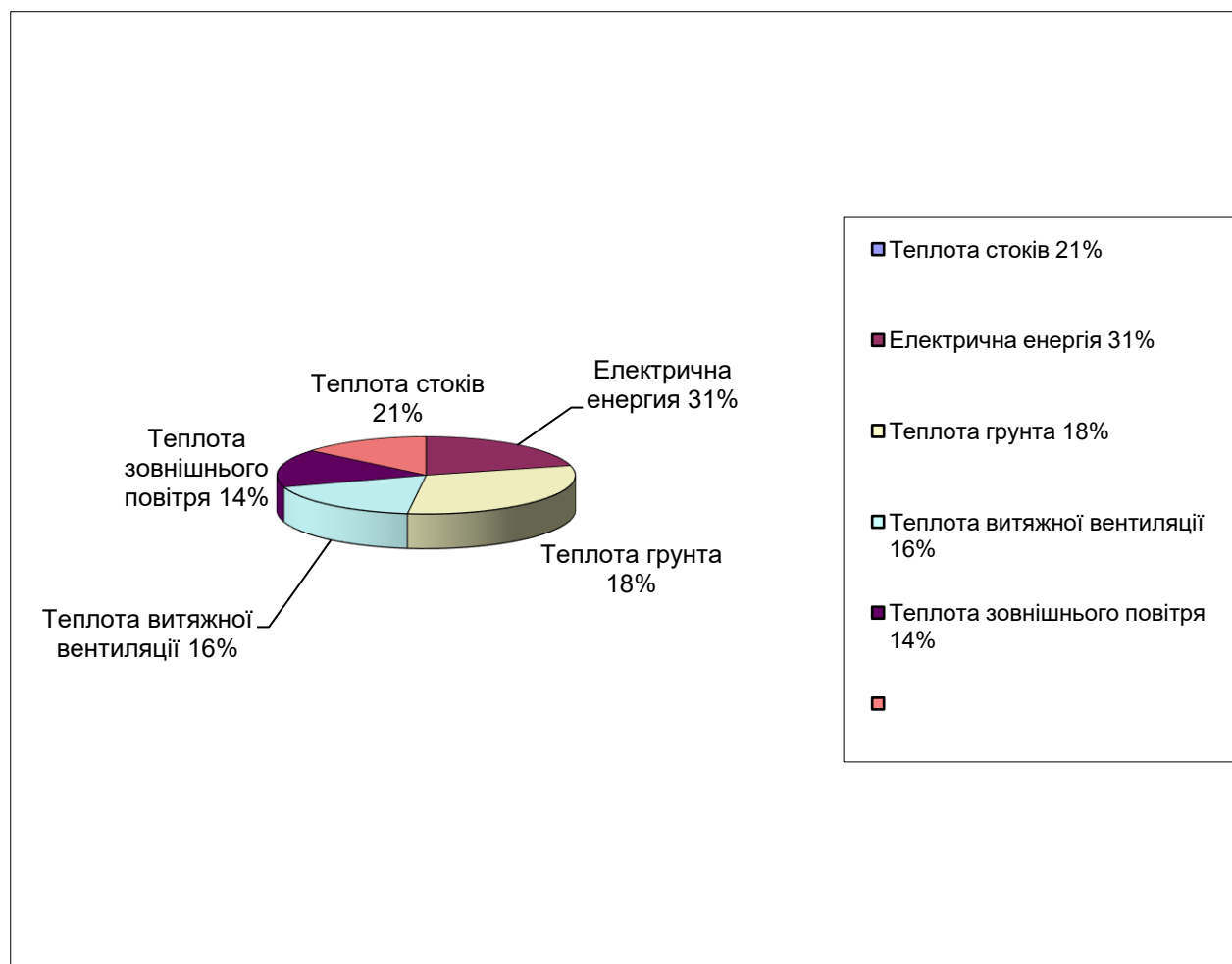


Рисунок 1 - Енергетичний баланс будинку

Цих джерел вистачатиме для ефективного опалення завдяки ефективній тепловій ізоляції конструкцій будинку, що захищають.

Сучасні електричні теплові насоси пропонують ефективні технічні рішення по економії енергії і скороченню викидів  $CO_2$ . При подальшому скороченні витрати енергії, завдяки поліпшеній теплоізоляції, електричний тепловий насос є розумною альтернативою (передусім в новобудовах).

Правильне налаштування джерела тепла і системи розподілу тепла на режим експлуатації теплового насоса забезпечує безпечну і економічну роботу опалювальних установок з тепловими насосами.

Тепловий насос пропонується для опалення і приготування гарячої води, технічну можливість ефективного використання джерел енергії у формі тепла, що міститься в довкіллі.

Приблизно три чверті енергії, необхідної для опалення тепловий насос бере з довкілля, енергія, що залишилася, покривається електричним струмом, необхідним для роботи приводу.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 13   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

Тепло, що міститься в довкіллі (сонячне тепло, що накопичилося в ґрунті, воді і повітрі), є в необмеженій кількості. Завдяки використанню тепла довкілля тепловий насос забезпечує безпеку для довкілля і економію палива.

Принцип дії теплового насоса аналогічний принципу дії холодильника.

У холодильнику тепло забирається випарником з охолоджуваного простору і конденсатором віддається в приміщення. Тепловий насос забирає тепло з довкілля (з ґрунту, води, повітря) і подає його в систему опалення.

Процес циркуляції в холодильному агрегаті протікає відповідно до простих фізичних закономірностей. Робоче середовище, рідина (холодоносії *R-22*), з низькою температурою кипіння циркулює в системі, послідовно випаровується, стискується зріджується і потім з неї скидається тиск.

|        |                |             |     |        |      |      |        |      |                  |  |
|--------|----------------|-------------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|--|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № |     |        |      |      |        |      | Арк.             |  |
|        |                |             |     |        |      |      |        |      | 14               |  |
|        |                |             | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  |

# 1 СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

## 1.1 Опис теплової схеми

Теплопостачання системи опалення планується забезпечити від нетрадиційних джерел енергії, а саме:

- а) каналізаційних стоків будинку, що проектується;
- б) повітря, що віддаляється з будинку витяжною вентиляцією;
- в) зовнішнього повітря;
- г) ґрунту, на який спирається будівля.

Ці джерела будуть достатніми для ефективного опалення за умови відповідної теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі.

Принципова схема теплопостачання зображена на рисунку 1.1.

Головним елементом системи є тепловий насос 1.

Циркуляція незамерзаючої етиленгліколевої суміші через випарник теплового насоса здійснюється циркуляційним насосом 3. Ця суміш циркулює через теплообмінник 11, який складається зі сталеві емальованої труби, в середині якої тече умовно чиста частина каналізаційних стоків від санітарних пристроїв, крім унітазу. Ця труба прокладається з необхідним для каналізаційних трубопроводів ухилом і монтується в середині сталевого кожуха. Охолоджена в тепловому насосі етиленгліколева суміш циркулює в міжтрубному просторі забираючи тепло від теплих каналізаційних стоків. При використанні тепла стоків тепловий насос працює з тепловим коефіцієнтом, величина якого перевищує 4,5, тобто з високою ефективністю.

Другий контур циркуляції незамерзаючої етиленгліколевої суміші включає в себе вентиляційний теплоутилізатор 12.

При температурі зовнішнього повітря нижче за -10С, або в інших випадках, коли теплове навантаження апаратів 11 і 12 виявляється недостатньою для опалення, виникає потреба у використанні третього контуру циркуляції через атмосферний теплоприймальник 14 з подачею до нього холодоносія з температурою -20 ...-25<sup>0</sup>С.

У цей невеликий проміжок опалювального періоду тепловий насос працює з тепловим коефіцієнтом 2.

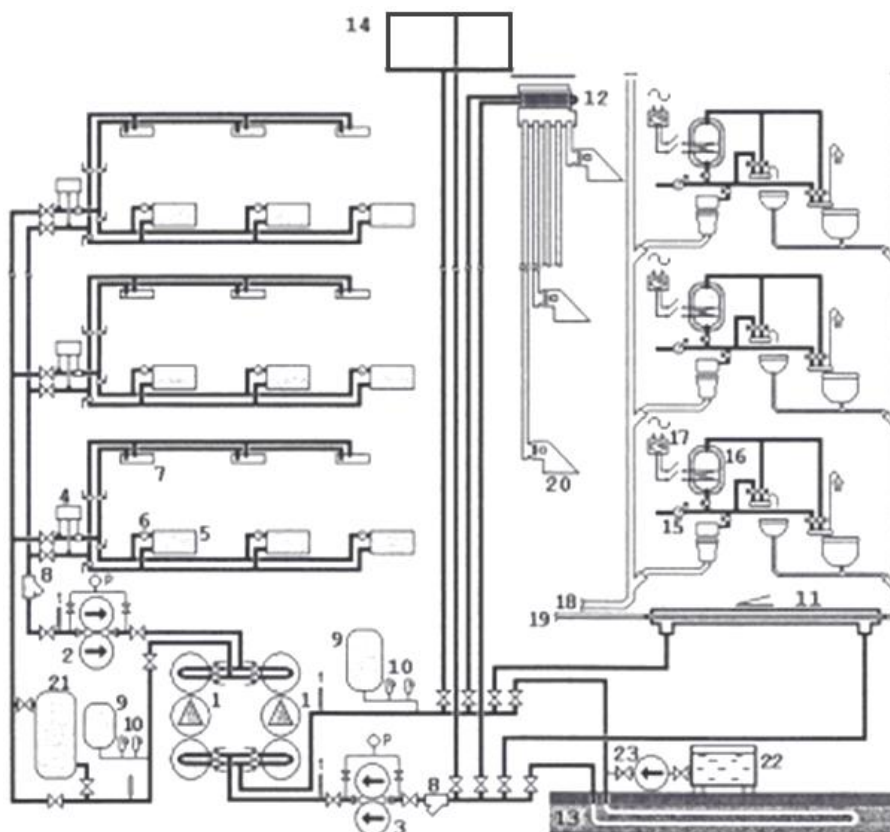
Атмосферний теплообмінник набуде особливо незвичайний вигляд при роботі третього контуру, коли його чорна поверхня покриється білою промерззю. Чим сильніший вітер, тим більше тепла можливо буде отримати з атмосферного теплообмінника.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 15   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



При температурі зовнішнього повітря нижче за  $-20^{\circ}\text{C}$ , або в інших випадках, коли теплової потужності апаратів 11, 12, і 14 виявиться недостатньою, працює четвертий контур циркуляції етиленгліколевої суміші - через ґрунтовий теплообмінник 13, який розміщується безпосередньо під теплоізолюваною підлогою підвалу. При невеликому часу роботи цього контуру, площа якого лімітована контурами фундаменту будинку, тепловий насос може працювати при відносно високих (2,5 ... 3,5) значеннях теплового коефіцієнта навіть при сильних морозах на вулиці.



1 - тепловий насос; 2 - насос системи споживання; 3 - насос системи накопичення; 4 - квартирний лічильники; 5 - радіатор; 6 - термостатичний клапан; 7 - неавтоматичний кондиціонер; 8 - фільтр; 9 - мембранний розширювач; 10 - запобіжний клапан; 11 - теплоприймач каналізаційний; 12 - теплоприймач вентиляційний; 13 - теплоприймач ґрунтовий; 14 - теплоприймач атмосферний; 15 - лічильник води квартирний; 16 - електронагрівачі води; 17 - електrolічильники; 18 - фекальні стоки; 19 - умовно чисті стоки; 20 - повітряна витяжка з вентилятором; 21 - теплоакумулятор; 22 - бак етиленгліколя; 23 - насос підживлення

Рисунок 1.1 - Принципова схема тепlopостачання

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
|     |        |      |       |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Їодок | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

16

## 1.2 Система опалення

Опалення квартир здійснюється квартирною двотрубною системою з подачею теплоносія від вертикальних магістральних трубопроводів, що прокладаються в спеціальній шахті. Розподіл теплоносія по опалювальних приладах - теплоізованими трубами з металопластику, які прокладаються в підлозі. Опалювальні прилади житлових приміщень - радіатори 5, розраховані на температуру 55 -50 °С.

Регулювання температури здійснюється двома шляхами, - централізоване, за допомогою контролера, який підтримує температуру теплоносія відповідно до погодних умов, і локально, відповідно до бажаної температури, яка встановлюється споживачем за допомогою термостатичного клапана 6, який монтується на кожному радіаторі.

На кожному квартирному введенні передбачається встановлення лічильника теплової енергії 4 для можливості організації системи оплати відповідно до кількості енергії, що реально була використана кожною квартирою. У ванних кімнатах встановлюються електричні сушарки рушників.

## 1.3 Система гарячого водопостачання

Вода для гарячого водопостачання підігрівається у квартирних електричних водопідігрівачах 16. Передбачається робота водопідігрівачів переважно вночі, коли електрична енергія відпускається за пільговими тарифами, з використанням гарячої води протягом дня. Це вигідно для споживачів, які витрачають менше грошей на гарячу воду, ніж при традиційному централізованому гарячому водопостачанні, так і для енергетичної системи, яка таким чином позбавляється від збитків, пов'язаних з нерівномірністю споживання електроенергії. Це вигідно також з точки зору енергетичної ефективності інженерних систем будинку, що проектується, тому - що з'являється можливість вторинного використання енергії, яка вже була використана для гарячого водопостачання.

## 1.4 Система вентиляції

У проекті квартири забезпечуються роботою місцевої примусовою вентиляцією з кухонь і санвузлів, що включається при необхідності.

Вентилятори вбудовані в витяжні парасольки кухонь, продуктивністю 200 м³/год будуть включатися вручну тільки тоді, коли готується їжа, або автоматично разом із включенням ТЕ-Нів електроплити. В інший час через витяжний канал при гравітаційному тиску буде видалятися від 40 до 60 м³/год повітря в залежності від температури зовнішнього повітря.

|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |      |        |      |                  | 17   |

Вентилятори санвузлів продуктивністю до 150 м<sup>3</sup>/год будуть включатися автоматично через дві хвилини після вмикання освітлення і вимикатися через 5 хвилин після того, як освітлення вимикається. В інший час через витяжний канал при гравітаційному тиску буде видалятися від 15 до 25 м<sup>3</sup>/год повітря в залежності від температури зовнішнього повітря.

Кожен вентилятор подає повітря в окремий витяжний канал, який виготовляється з тонкошарових емальованих сталевих труб  $D_y = 100$  мм (для кухонь) і  $D_y = 70$  мм (для санвузлів). Труби ізолюються для забезпечення вогнестійкості пів години. На горищі канали об'єднуються, і на збірній ділянці встановлюється теплоутілізатор. Конденсат, який збирається з поверхні теплообміну утилізатора, по трубопроводах відводиться в дощову каналізацію.

Для подачі в квартиру свіжого повітря встановлюються вікна з регульованими отворами.

### 1.5 Система кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря не обов'язково для житлових приміщень в кліматологічних умовах міста Києва але наявність опалення теплового насосу дає можливість для утворення цілорічного комфорту без істотних додаткових витрат.

Навмисне охолодження приміщення має здійснюватися за бажанням кожного мешканця будинку, які мають можливість встановлювати за підвісними стелями коридорів неавтоматичні кондиціонери (фан-койли) окремо для кожного житлового приміщення. Проектом передбачається прокладання трубопроводів холодоносія від холодильної машини до кожного кондиціонера. Система кондиціонування відповідає вимогам, встановленим для систем другого класу.

Холод для місцевих неавтоматичних кондиціонерів виробляється в тепловому насосі, який на літо переводиться в холодильну машину.

Необхідна для забезпечення бажаних параметрів температура холодоносія визначається процесами охолодження і осушення повітря.

### 1.6 Система каналізації

Відповідно до енергозберігаючої концепцією проекту одним з головних джерел теплової енергії для дому є чиста частина каналізаційних стоків від санітарних приладів. Виходячи з цієї концепції, каналізаційні трубопроводи проектуються окремо для унітазів, від яких відводяться фекальні стоки, і для всіх інших санітарних приладів, стоки від яких є умовно чистими.

Умовно чисті стоки проходять через теплообмінники, що встановлюються в підвалі на горизонтальній частині кожного стояка. Кожен теплообмінник складається з сталевих емальо-

|                |        |      |      |        |      |  |                  |
|----------------|--------|------|------|--------|------|--|------------------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |  | Арк.             |
|                |        |      |      |        |      |  |                  |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |  | 18               |
|                |        |      |      |        |      |  |                  |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |  | ТП 81мп 33 12 ПЗ |
|                |        |      |      |        |      |  |                  |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |  |                  |

ваної труби  $D_u=50$  мм, в середині якої течуть умовно чисті стоки, і сталевого кожуха. У міжтрубному просторі теплообмінника циркулює охолоджена в тепловому насосі рідина, сприймаючи тепло від теплих каналізаційних стоків. Після теплообмінника умовно чиста частина стоків змішується з фекальними і скидається в зовнішні каналізаційні мережі через один випуск.

Дощові стоки скидаються у міську систему дощової каналізації з систем внутрішніх трубопроводів.

### 1.7 Висновки з розділу

Розглянуто принципову схему тепlopостачання будинку.

Прийнято рішення, що тепlopостачання системи опалення планується забезпечити від нетрадиційних джерел енергії, а саме:

- а) каналізаційних стоків будинку, що проектується;
- б) повітря, що віддаляється з будинку витяжною вентиляцією;
- в) зовнішнього повітря;
- г) ґрунту, на який спирається будівля.

Регулювання температури здійснюється двома шляхами, - централізоване, за допомогою контролера, який підтримує температуру теплоносія відповідно до погодних умов, і локально, відповідно до бажаної температури, яка встановлюється споживачем за допомогою термостатичного клапана 6, який монтується на кожному радіаторі.

Відповідно до енергозберігаючої концепцією проекту одним з головних джерел теплової енергії для дому є чиста частина каналізаційних стоків від санітарних приладів. Виходячи з цієї концепції, каналізаційні трубопроводи проектуються окремо для унітазів, від яких відводяться фекальні стоки, і для всіх інших санітарних приладів, стоки від яких є умовно чистими.

|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  | 19   |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

## 2 СИСТЕМА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

### 2.1 Розрахунок витрати води і тепла для системи гарячого водопостачання

#### 2.1.1 Максимальна секундна витрата води

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot a, \quad (2.1)$$

де  $q_0$  - секундна витрата води приладом, л/с;  $q_0 = 0,18$  л/с по [1];

$a$  - коефіцієнт, що приймається по [1] залежно від загального числа приладів  $N$  і вірогідність їх дії  $P$ .

Вірогідність дії водорозбірних приладів

$$P = \frac{q_{hru} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}, \quad (2.2)$$

де  $q_{hru}$  - норма витрати води 1 мешканцем, згідно [2]  $q_{hru} = 10,9$  л/год;

$N$  - кількість приладів,  $N = 50$ ;

$U$  - кількість мешканців,  $U = 90$  чол.

$$P = \frac{10,9 \cdot 90}{0,18 \cdot 90 \cdot 3600} = 0,0168;$$

$$N \cdot P = 50 \cdot 0,0168 = 0,84.$$

Тоді  $a = 0,89$ .

Отже, максимальна секундна витрата води

$$q = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,89 = 0,8 \text{ л/с.}$$

#### 2.1.2 Максимальна годинна витрата гарячої води, м<sup>3</sup>/год

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0r} \cdot a_{hr}, \quad (2.3)$$

де  $q_{0r}$  - годинна витрата води приладом, л/год;

$q_{0r} = 200$  л/год - коефіцієнт, що приймається по [1] залежно від загальної кількості приладів  $N$  і вірогідність їх дії  $P$ .

Вірогідність дії санітарно-технічних приладів

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0r}}; \quad (2.4)$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,0168 \cdot 0,18}{200} = 0,0544;$$

$$N \cdot P = 50 \cdot 0,0544 = 2,72.$$

Тоді  $a = 4,82$ .

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |       |        |      |                  | 20   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата |                  |      |

Отже, максимальна годинна витрата води

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 1,65 = 1,65 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.1.3 Середня годинна витрата гарячої води, м<sup>3</sup>/год

$$q_T = \frac{q_{ui} \cdot U}{1000 \cdot T}, \quad (2.5)$$

де  $q_{ui}$  - норма витрати води споживачем в добу найбільшого водоспоживання, л/добу;

$q_{ui} = 130$  л/добу по [1];

$T$ - розрахунковий час споживання води в добу, год;

$T=18$  год.

$$q_T = \frac{130 \cdot 90}{1000 \cdot 18} = 0,65 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.1.4 Тепловий потік на гаряче водопостачання в період години максимального споживання в зимовий період, кВт

$$Q_{ГВС}^{max} = q_{hr} (55 - t_{x.з}) \cdot 1000, \quad (2.6)$$

де  $t_{x.з}$  - температура холодної водопровідної води в зимовий період,  $t_{x.з} = 5$  °С.

$$Q_{ГВС}^{max} = 1,65 \cdot (55 - 5) \cdot 1000 = 96 \text{ кВт.}$$

2.1.5 Тепловий потік на гаряче водопостачання протягом середньої години, кВт

$$Q_{ГВС}^{cp} = q_T (55 - t_{x.з}) \cdot 1000; \quad (2.6)$$

$$Q_{ГВС}^{cp} = 0,65 \cdot (55 - 5) \cdot 1000 = 37,8 \text{ кВт}$$

2.1.6 Тепловий потік на гаряче водопостачання протягом середньої години в літній період, кВт

$$Q_{ГВС}^{cp..л} = q_T (55 - t_{x.л}) \cdot 1000 \cdot \beta, \quad (2.7)$$

де  $t_{x.л}$  - температура холодної водопровідної води в літній період,  $t_{x.л} = 15$  °С;

$\beta$  - коефіцієнт, що враховує зменшення витрати води на гаряче водопостачання в літній період,  $\beta = 0,8$ .

$$Q_{ГВС}^{cp..л} = 0,65 \cdot (55 - 5) \cdot 1000 \cdot 0,8 = 30,2 \text{ кВт.}$$

2.1.7 Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання, МДж/рік

$$Q_{ГВС}^{год} = \left[ Q_{ГВС}^{cp} \cdot n_0 + Q_{ГВС}^{cp..л} (350 - n_0) \right] \cdot 24 \cdot 3600, \quad (2.8)$$

де  $n_0$  - тривалість опалювального періоду, для м. Кременчука = 178 діб.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 21   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



### 3 СИСТЕМА ОПАЛЕНИЯ

#### 3.1 Розрахункова витрата теплоти

Розрахунок ведемо точним способом (по втратах теплоти в довкілля), тоді розрахункова витрата теплоти, Вт

$$Q_n^{огр} = Q_n^{осн} + Q_n^{доб}, \quad (3.1)$$

де  $Q_n^{осн}$  - основні тепловтрати, Вт

$$Q_n^{осн} = \sum k_i F_i \Delta t_i n_i = \sum \frac{1}{R_i} F_i \Delta t_i n_i, \quad (3.2)$$

де  $k$  - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$F$  - площа тепловіддаючої поверхні кожного елементу поверхні, м<sup>2</sup>;

$\Delta t$  - різниця температур внутрішнього повітря і температури довкілля, °С.

Для приміщень заввишки менше 4 м (висота приміщень  $H=2,65$  м) маємо, °С

$$\Delta t = t_{вн} - t_{p.o}; \quad (3.3)$$

$$\Delta t = 18 - (-23) = 41 \text{ °С},$$

де  $n$  - поправка на розрахункову різницю температур залежно від геометричного положення огороження. Для вертикальних огорожень  $n=1$ , для горизонтальних огорожень  $n=f$  (тип огорожень)=0,6-1;

$R$  - термічний опір різних елементів обгороджування, (м<sup>2</sup>·К)/Вт

$$R = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}}, \quad (3.4)$$

де  $\alpha_{вн}$  і  $\alpha_n$  - коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни і від стіни до зовнішнього повітря відповідно;  $\alpha_{вн}=8,7$  Вт/(м·К),  $\alpha_n=23$  Вт/(м·К);

$\delta_i$  - товщина різних шарів, що становлять огороження, м;

$\lambda_i$  - теплопровідність відповідних шарів огорожень, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Конструкція зовнішніх стін:

- а) металевий сайдинг:  $\delta=0,003$  м,  $\lambda=50$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- б) повітроізоляція:  $\delta=0,005$  м,  $\lambda=0,27$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- в) пінопласт:  $\delta=0,1$  м,  $\lambda=0,035$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- г) поробетон:  $\delta=0,2$  м,  $\lambda=0,021$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- д) штукатурка:  $\delta=0,015$  м,  $\lambda=0,93$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 23   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{50} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,035} + \frac{0,2}{0,021} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,23 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

Конструкція перекриттів:

- а) гідробар'єр:  $\delta = 0,005 \text{ м, } \lambda = 0,17 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ;
- б) плита УСБ :  $\delta = 0,02 \text{ м, } \lambda = 0,18 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ;
- в) утеплювач "Deltarok" :  $\delta = 0,1 \text{ м, } \lambda = 0,04 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ;
- г) залізобетонна конструкція:  $\delta = 0,2 \text{ м, } \lambda = 2,04 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ;
- д) рулонна пароізоляція:  $\delta = 0,005 \text{ м, } \lambda = 0,17 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ;
- е) гіпсокартон:  $\delta = 0,063 \text{ м, } \lambda = 0,21 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ .

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,063}{0,21} + \frac{1}{23} = 3,226 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

Вікна і балконні двері:

двокамерні склопакети;  $R = 0,55 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$

$\Sigma\beta$  – додаткові втрати тепловтрати.

Також додаємо до тепловтрат 10% на швидку реакцію термостатичного вентиля і враховуємо коефіцієнт запасу 1,1 [3].

План житлового поверху показаний на рисунку 3.1.

Розрахунок зводимо в таблиці 3.1 - 3.13.

|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |      |        |      |                  | 24   |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

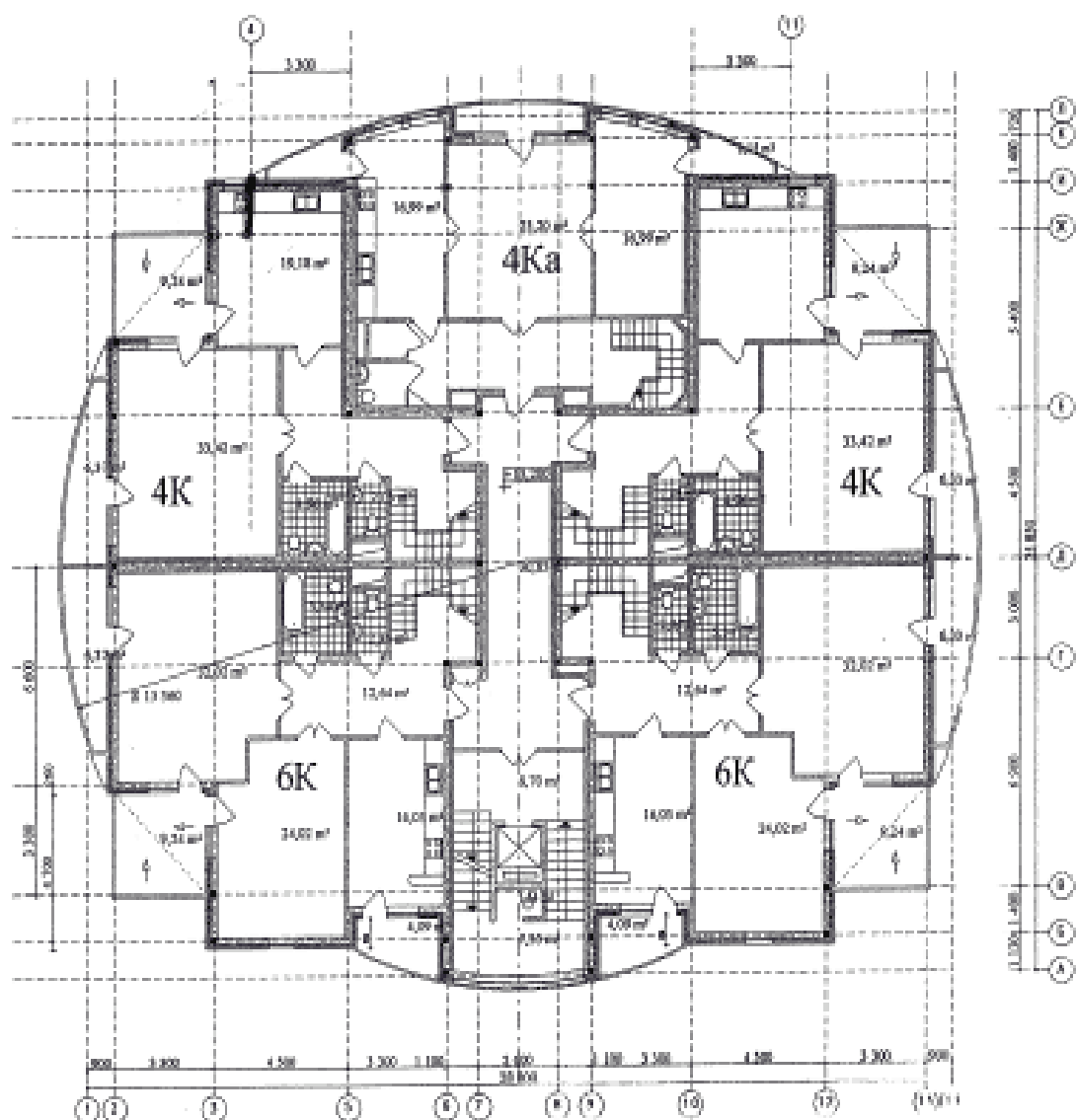


Рисунок 3.1 – План житлового поверху

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
|     |        |      |       |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

25

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків втрат теплоти будинку

| Огоро-<br>дження                    | Орієнтація<br>за<br>сторонами<br>світу | Поверхня<br>огоро-<br>дження<br>$F, \text{м}^2$ | Розраху-<br>нкова рі-<br>зниця те-<br>мператур<br>$\Delta t, ^\circ\text{C}$ | Опір теп-<br>лопере-<br>дачі<br>$R (\text{м}^2\text{K})/\text{Вт}$ | Осно-<br>вні теп-<br>ловт-<br>рати<br>$Q_{\text{осн}},$<br>Вт | Додатко-<br>ві втрати<br>теплоти<br>$\Sigma\beta$ | Тепловт-<br>рати при-<br>міщень<br>$Q, \text{Вт}$ |
|-------------------------------------|--|---|--|--|---|---|---|
| 1                                   | 2                                      | 3   | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   |
| Приміщення №1                       |  |   |  |  |   |   |   |
| Зовнішня<br>стіна                   | Південь                                | 3,9   | 41   | 2,23   | 69,95   | 0   | 69,95   |
| Вікна                               | Південь                                | 3   | 41   | 0,55   | 218,2   | 0,05  | 229,11  |
| Всього                              |  |   |  |  |   |   | 299,06  |
| Із запасом                          |  |   |  |  |   | ·1,1  | 328,97  |
| Перек-<br>риття                     |  | 32  | 32,8   | 3,226  | 317,4   |   | 646,37  |
| Сумарні тепловтрати, $Q, \text{Вт}$ |  |   |  |  |   |   | 975.34  |
| Приміщення №2                       |  |   |  |  |   |   |   |
| Зовнішня<br>стіна                   | Південь                                | 9   | 41   | 2,23   | 161,4   | 0,05  | 169,47  |
| Зовнішня<br>стіна                   | Захід                                  | 8,1   | 41   | 2,23   | 145,3   | 0,1   | 159,83  |
| Вікна                               | Південь                                | 2,25  | 41   | 0,55   | 163,64  | 0,05  | 171,8   |
| Вікна                               | Захід                                  | 3   | 41   | 0,55   | 218,18  | 0,05  | 229,1   |
| Всього                              |  |   |  |  |   |   | 730,17  |
| З запасом                           |  |   |  |  |   | ·1,1  | 803,2   |
| Перек-<br>риття                     |  | 47,7  | 32,8   | 3,226  | 473,2   |   | 1276,4  |
| Сумарні тепловтрати, $Q, \text{Вт}$ |  |   |  |  |   |   | 2079,6  |
| Приміщення №3                       |  |   |  |  |   |   |   |
| Зовнішня<br>стіна                   | Південь                                | 3,9   | 41   | 2,23   | 69,95   | 0,05  | 73,45   |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

26

Продовження Таблиці 3.1

| 1                             | 2       | 3     | 4    | 5     | 6      | 7    | 8       |
|-------------------------------|---------|-------|------|-------|--------|------|---------|
| Зовнішня стіна                | Захід   | 13,8  | 41   | 2,23  | 247,53 | 0,1  | 272,29  |
| Вікна                         | Південь | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Вікна                         | Захід   | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |         |       |      |       |        |      | 803,94  |
| З запасом                     |         |       |      |       |        | ·1,1 | 884,33  |
| Перекриття                    |         |       | 32,8 | 3,226 | 628,49 |      | 1512,73 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |       |      |       |        |      | 2397,06 |
| Приміщення №4                 |         |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ  | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0,05 | 73,45   |
| Зовнішня стіна                | Захід   | 13,8  | 41   | 2,23  | 247,53 | 0,1  | 272,29  |
| Вікна                         | Південь | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Вікна                         | Захід   | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |         |       |      |       |        |      | 803,94  |
| З запасом                     |         |       |      |       |        | ·1,1 | 884,33  |
| Перекриття                    |         | 67,32 | 32,8 | 3,226 | 667,78 |      | 1552,11 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |       |      |       |        |      | 2436,44 |
| Приміщення №5                 |         |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ  | 9     | 41   | 2,23  | 161,4  | 0,1  | 177,54  |
| Зовнішня стіна                | Захід   | 8,1   | 41   | 2,23  | 145,3  | 0,1  | 159,83  |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

27

Продовження Таблиці 3.1

| 1                             | 2      | 3     | 4    | 5     | 6      | 7    | 8       |
|-------------------------------|--------|-------|------|-------|--------|------|---------|
| Вікна                         | Північ | 2,25  | 41   | 0,55  | 163,64 | 0,05 | 171,8   |
| Вікна                         | Захід  | 3     | 41   | 0,55  | 218,18 | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |        |       |      |       |        |      | 738,27  |
| З запасом                     |        |       |      |       |        | ·1,1 | 812,1   |
| Перекриття                    |        | 38,34 | 32,8 | 3,226 | 380,3  |      | 1192,4  |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |        |       |      |       |        |      | 2004,5  |
| Приміщення №6                 |        |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0,05 | 73,45   |
| Вікна                         | Північ | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,1  | 240,02  |
| Всього                        |        |       |      |       |        |      | 313,47  |
| З запасом                     |        |       |      |       |        | ·1,1 | 344,82  |
| Перекриття                    |        | 34,32 | 32,8 | 3,226 | 340,43 |      | 685,25  |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |        |       |      |       |        |      | 1030,07 |
| Приміщення №7                 |        |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ | 5,4   | 41   | 2,23  | 96,86  | 0,05 | 101,7   |
| Вікна                         | Північ | 4,5   | 41   | 0,55  | 327,27 | 0,1  | 360     |
| Всього                        |        |       |      |       |        |      | 461,7   |
| З запасом                     |        |       |      |       |        | ·1,1 | 507,87  |
| Перекриття                    |        | 50,4  | 32,8 | 3,226 | 499,93 |      | 1007,73 |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

28

Продовження Таблиці 3.1

| 1                             | 2      | 3     | 4    | 5     | 6      | 7    | 8       |
|-------------------------------|--------|-------|------|-------|--------|------|---------|
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |        |       |      |       |        |      | 1515,6  |
| Приміщення №8                 |        |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0,05 | 73,45   |
| Вікна                         | Північ | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,1  | 240,02  |
| Всього                        |        |       |      |       |        |      | 313,47  |
| З запасом                     |        |       |      |       |        | ·1,1 | 344,82  |
| Перекриття                    |        | 34,32 | 32,8 | 3,226 | 340,43 |      | 685,25  |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |        |       |      |       |        |      | 1030,07 |
| Приміщення №9                 |        |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ | 9     | 41   | 2,23  | 161,4  | 0,1  | 177,54  |
| Зовнішня стіна                | Схід   | 8,1   | 41   | 2,23  | 145,3  | 0,1  | 159,83  |
| Вікна                         | Північ | 2,25  | 41   | 0,55  | 163,64 | 0,05 | 171,8   |
| Вікна                         | Схід   | 3     | 41   | 0,55  | 218,18 | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |        |       |      |       |        |      | 738,27  |
| З запасом                     |        |       |      |       |        | ·1,1 | 812,1   |
| Перекриття                    |        | 38,34 | 32,8 | 3,226 | 380,3  |      | 1192,40 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |        |       |      |       |        |      | 2004,5  |
| Приміщення №10                |        |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Північ | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0,05 | 73,45   |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

29

Продовження Таблиці 3.1

| 1                             | 2       | 3     | 4    | 5     | 6      | 7    | 8       |
|-------------------------------|---------|-------|------|-------|--------|------|---------|
| Зовнішня стіна                | Схід    | 13,8  | 41   | 2,23  | 247,53 | 0,1  | 272,29  |
| Вікна                         | Південь | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Вікна                         | Схід    | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |         |       |      |       |        |      | 803,94  |
| З запасом                     |         |       |      |       |        | ·1,1 | 884,33  |
| Перекриття                    |         | 67,32 | 32,8 | 3,226 | 667,78 |      | 1552,11 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |       |      |       |        |      | 2436,44 |
| Приміщення №11                |         |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Південь | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0,05 | 73,45   |
| Зовнішня стіна                | Захід   | 13,8  | 41   | 2,23  | 247,53 | 0,1  | 272,29  |
| Вікна                         | Південь | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Вікна                         | Захід   | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,1   |
| Всього                        |         |       |      |       |        |      | 803,94  |
| З запасом                     |         |       |      |       |        | ·1,1 | 884,33  |
| Перекриття                    |         |       | 32,8 | 3,226 | 628,49 |      | 1512,73 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |       |      |       |        |      | 2397,06 |
| Приміщення №12                |         |       |      |       |        |      |         |
| Зовнішня стіна                | Південь | 3,9   | 41   | 2,23  | 69,95  | 0    | 69,95   |
| Вікна                         | Південь | 3     | 41   | 0,55  | 218,2  | 0,05 | 229,11  |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

30

Продовження Таблиці 3.1

| 1                             | 2       | 3    | 4    | 5     | 6      | 7    | 8      |
|-------------------------------|---------|------|------|-------|--------|------|--------|
| Всього                        |         |      |      |       |        |      | 299,06 |
| З запасом                     |         |      |      |       |        | ·1,1 | 328,97 |
| Перекриття                    |         | 32   | 32,8 | 3,226 | 317,4  |      | 646,37 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |      |      |       |        |      | 975,34 |
| Приміщення №13                |         |      |      |       |        |      |        |
| Зовнішня стіна                | Південь | 9    | 41   | 2,23  | 161,4  | 0,05 | 169,47 |
| Зовнішня стіна                | Схід    | 8,1  | 41   | 2,23  | 145,3  | 0,1  | 159,83 |
| Вікна                         | Південь | 2,25 | 41   | 0,55  | 163,64 | 0,05 | 171,8  |
| Вікна                         | Схід    | 3    | 41   | 0,55  | 218,18 | 0,05 | 229,1  |
| Всього                        |         |      |      |       |        |      | 730,17 |
| З запасом                     |         |      |      |       |        | ·1,1 | 803,2  |
| Перекриття                    |         | 47,7 | 32,8 | 3,226 | 473,2  |      | 1276,4 |
| Сумарні тепловтрати, $Q$ , Вт |         |      |      |       |        |      | 2079,6 |

Загальні втрати на проміжний поверх:  $Q_{en}=17,38$  кВт.

Загальні втрати на останньому (першому) поверсі:  $Q_{en}'=18,93$  кВт.

Загальні втрати теплоти будівлі:  $Q_n=3 \cdot 17,38 + 2 \cdot 18,91 = 89,96$  кВт.

### 3.2 Середня витрата теплоти на опалення, кВт

$$Q_{o.cp} = Q_o \frac{t_{вн} - t_{cp}}{t_{вн} - t_{p.o.}}, \quad (3.5)$$

де  $t_{cp}$  - середня температура за опалювальний період, °С; для м. Кременчук  $t_{cp} = -0,8$  °С за [4].

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

31



$$Q_{o.cp} = 89,96 \cdot \frac{20 - (-0,8)}{20 - (-23)} = 44,1 \text{ кВт.}$$

### 3.3 Річна витрата теплоти на опалення, МДж/рік

$$Q_{o.zod} = Q_{o.cp} \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 3600, \quad (3.6)$$

де  $n_0$  - тривалість опалювального періоду, діб; для м. Кременчук  $n_0=178$  діб.

$$Q_{o.zod} = 44,10 \cdot 178 \cdot 24 \cdot 3600 = 720 \cdot 10^6 \text{ кДж/рік} = 7,2 \cdot 10^5 \text{ МДж/рік.}$$

### 3.4 Втрати теплоти по місяцях за опалювальний сезон, кВт

$$Q_o^M = Q_o \frac{t_{вн} - t_n^{cp.m.}}{t_{вн} - t_{p.o.}}, \quad (3.7)$$

де  $t_n^{cp.m.}$  - середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С, [3].

Визначимо, яка кількість тепла споживатиметься кожен місяць, приймаючи, що в кожному місяці 30 днів, ГДж/міс

$$Q_o^{M'} = Q_o^M \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,000860. \quad (3.8)$$

Розрахунок зводимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Втрати теплоти по місяцях за опалювальний сезон

|                         | Жов-<br>тень | Листо-<br>пад | Грудень | Січень | Лютий | Бере-<br>зень | Квітень |
|-------------------------|--------------|---------------|---------|--------|-------|---------------|---------|
| $t_n^{cp.m.}, ^\circ C$ | 7,1          | 0,3           | -4,8    | -7,3   | -6,9  | -1,7          | 7,7     |
| $Q_o^M, кВт$            | 23,9         | 38,84         | 50,03   | 55,5   | 54,6  | 43,2          | 22,6    |
| $Q_o^{M'},$<br>ГДж/міс  | 3,53         | 5,74          | 7,39    | 8,2    | 8,07  | 6,38          | 3,34    |

|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  |      |    |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|----|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |    |
|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  |      | 32 |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |                  |      |    |

### 3.5 Вибір опалювальних приладів

Як нагрівальні прилади використовуємо алюмінієві радіатори "Pres" ТОВ «ПРЕС-ФОРМ».



Рисунок 3.2 – Алюмінієвий радіатор ТОВ «ПРЕС-ФОРМ»

Кількість секцій для установки в кожній кімнаті, шт

$$n = \frac{Q}{q_e}, \quad (3.9)$$

де  $Q$  - кількість тепла, що віддається нагрівальним приладом для компенсації тепловтрат приміщення, Вт;

$q_e$  - тепловіддача однієї секції радіаторів при заданому перепаді температур теплоносія і повітря в приміщенні, Вт.

3 [5] принимаю  $q_e = 165$  Вт.

### 3.5.1 Вибір опалювального устаткування для приміщення 1

Теплові втрати для приміщення 1 складають  $Q_{nom}=328,9$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{328,9}{165} \approx 2 \text{ шт.}$$

### Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 2 = 180$  мм;  
б) місткість:  $1083 \text{ см}^3$ ;  
в) маса: 6,4 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 1 складають  $Q_{nom}=646,37$  Вт.

|                |
|----------------|
| Зам. інв. №    |
| Підпис та дата |
| Інв. №         |

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 2 = 180$  мм;

б) місткість:  $1083 \text{ см}^3$ ;

в) маса: 6,4 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 1 складають  $Q_{nom} = 646,37$  Вт.

|     |        |      |       |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |       |        |      |                  | 33   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата |                  |      |

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{646,37}{165} \approx 4 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 4 = 360$  мм;
- б) місткість:  $1805 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 12,8 кг.

3.5.2 Вибір опалювального устаткування для приміщення 2

Теплові втрати для приміщення 2 складають  $Q_{nom} = 803,2$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{803,2}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 5 = 450$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 16 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 2 складають  $Q_{nom} = 1276,4$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1276,4}{165} \approx 8 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 8 = 720$  мм;
- б) місткість:  $3610 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 25,6 кг.

3.5.3 Вибір опалювального устаткування для приміщення 3

Теплові втрати для приміщення 3 складають  $Q_{nom} = 884,3$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{884,3}{165} \approx 6 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 6 = 540$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 19,2 кг.

|             |                |     |        |      |      |        |                  |      |
|-------------|----------------|-----|--------|------|------|--------|------------------|------|
| Зам. інв. № |                |     |        |      |      |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             | Підпис та дата |     |        |      |      |        |                  | 34   |
|             |                | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис |                  | Дата |
| Інв. №      |                |     |        |      |      |        |                  |      |

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 3 складають  $Q_{nom}=1512,73$

Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1512,73}{165} \approx 10 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 10 = 900$  мм;
- б) місткість:  $4693 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 32 кг.

3.5.4 Вибір опалювального устаткування для приміщення 4

Теплові втрати для приміщення 4 складають  $Q_{nom}=884,3$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{884,3}{165} \approx 6 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 6 = 540$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) вага: 19,2 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 4 складають  $Q_{nom}=1552,11$

Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1552,11}{165} \approx 10 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 10 = 900$  мм;
- б) місткість:  $4693 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 32 кг.

3.5.5 Вибір опалювального устаткування для приміщення 5

Теплові втрати для приміщення 5 складають  $Q_{nom}=812,1$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{812,1}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 5 = 450$  мм;

|             |        |                |      |        |      |  |  |  |                  |    |      |
|-------------|--------|----------------|------|--------|------|--|--|--|------------------|----|------|
| Зам. інв. № |        | Підпис та дата |      | Інв. № |      |  |  |  |                  |    | Арк. |
|             |        |                |      |        |      |  |  |  | ТП 81мп 33 12 ПЗ | 35 |      |
| Зм.         | Кільк. | Арк.           | №док | Підпис | Дата |  |  |  |                  |    |      |

б) місткість: 2527 см<sup>3</sup>;

в) маса: 16 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 5 складають  $Q_{nom}=1192,4$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1192,4}{165} \approx 8 \text{ секцій.}$$

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 8 = 720$  мм;

б) місткість: 3610 см<sup>3</sup>;

в) маса: 25,6 кг.

3.5.6 Вибір опалювального устаткування для приміщення 6

Теплові втрати для приміщення 6 складають  $Q_{nom}=344,82$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{344,82}{165} \approx 3 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 3 = 270$  мм;

б) місткість: 1083 см<sup>3</sup>;

в) вага: 9,6 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 6 складають  $Q_{nom}=685,2$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{685,2}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 5 = 450$  мм;

б) місткість: 2166 см<sup>3</sup>;

в) маса: 16 кг.

3.5.7 Вибір опалювального устаткування для приміщення 7

Теплові втрати для приміщення 7 складають  $Q_{nom}=507,8$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{507,8}{165} \approx 4 \text{ шт.}$$

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |        |        |      |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
|     |        |      |        |        |      |
|     |        |      |        |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

36

Технічно показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 4 = 360$  мм;
- б) місткість:  $1444 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 12,8 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 7 складають  $Q_{nom} = 1007,73$  Вт.

Кількість секцій радіатора:

$$n = \frac{1007,73}{165} \approx 7 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 7 = 630$  мм;
- б) місткість:  $2888 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 22,4 кг.

3.5.8 Вибір опалювального устаткування для приміщення 8

Теплові втрати для приміщення 8 складають  $Q_{nom} = 344,82$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{344,82}{165} \approx 3 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 3 = 270$  мм;
- б) місткість:  $1083 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 9,6 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 8 складають  $Q_{nom} = 685,2$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{685,2}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 5 = 450$  мм;
- б) місткість:  $2166 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 16 кг.

3.5.9 Вибір опалювального устаткування для приміщення 9

Теплові втрати для приміщення 9 складають  $Q_{nom} = 812,1$  Вт.

|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |        |        |      |                  | 37   |

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{812,1}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 7 = 450$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 16 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 9 складають  $Q_{nom} = 1192,40$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1192,4}{165} \approx 8 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 8 = 720$  мм;
- б) місткість:  $3610 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 25,6 кг.

3.5.10 Вибір опалювального устаткування для приміщення 10

Теплові втрати для приміщення 10 складають  $Q_{nom} = 884,3$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{884,3}{165} \approx 6 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 6 = 540$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) вага: 19,2 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 10 складають  $Q_{nom} = 1552,11$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1552,11}{165} \approx 10 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 10 = 900$  мм;
- б) місткість:  $4693 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 32 кг.

|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |        |        |      |                  | 38   |

### 3.5.11 Вибір опалювального устаткування для приміщення 11

Теплові втрати для приміщення 11 складають  $Q_{nom}=884,3$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{884,3}{165} \approx 6 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 6 = 540$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 19,2 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 11 складають  $Q_{nom}=1512,73$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1512,73}{165} \approx 10 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 13 = 900$  мм;
- б) місткість:  $4693 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 32 кг.

### 3.5.12 Вибір опалювального устаткування для приміщення 12

Теплові втрати для приміщення 12 складають  $Q_{nom}=803,2$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{803,2}{165} \approx 5 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 5 = 450$  мм;
- б) місткість:  $2527 \text{ см}^3$ ;
- в) маса: 16 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 12 складають  $Q_{nom}=1276,4$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{1276,4}{165} \approx 8 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

- а) ширина:  $90 \cdot 8 = 720$  мм;

|             |     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-------------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |     |        |      |      |        |      |                  | 39   |
|             | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



б) місткість: 3610 см<sup>3</sup>;

в) маса: 25,6 кг.

### 3.5.13 Вибір опалювального устаткування для приміщення 13

Теплові втрати для приміщення 13 складають  $Q_{nom}=328,9$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{328,9}{165} \approx 2 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 2 = 180$  мм;

б) місткість: 1083 см<sup>3</sup>;

в) маса: 6,4 кг.

Теплові втрати для першого і останнього поверху приміщення 13 складають  $Q_{nom}=646,37$  Вт.

Кількість секцій радіатора

$$n = \frac{646,37}{165} \approx 4 \text{ шт.}$$

Технічні показники радіаторів:

а) ширина:  $90 \cdot 4 = 360$  мм;

б) місткість: 1805 см<sup>3</sup>;

в) маса: 12,8 кг.

## 3.6 Вибір установки системи опалення

### 3.6.1 Вибір теплонасосного агрегату

Теплонасосний агрегат вибираємо, з розрахунку на те, що теплонасосна установка повинна повністю покрити теплове навантаження на опалювання та в найхолодніший період року. При розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $t_{p.o.} = -23$  °С, теплові втрати житлового будинку складають  $Q_{p.o.} = 89960$  Вт.

Вибираємо два теплових насоса «TRANE CGWH 125» (основний і резервний).

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 40   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



Рисунок 3.3 – Тепловий насос «TRANE CGWH 125»

Технічні характеристики TRANE CGWH 125:

- а) Холодоносіє  $R - 22$  ( $R 407 c$ ).
- б) Номінальна холодопродуктивність  $Q_H=80,3$  кВт.
- в) Номінальна потужність  $N_K=19$  кВт.
- г) Температура в камері  $3^{\circ}C$ .
- д) Температура повітря на вході в конденсатор  $18^{\circ}C$ .

З енергетичного балансу циклу теплонасосної установки знайдемо її теплопродуктивність, кВт

$$Q_K = Q_H + N_K; \quad (3.10)$$

$$Q_K = 80,3 + 19 = 99,3 \text{ кВт};$$

$$Q_K = 99,3 \text{ кВт} > Q_{p.o.} = 89,96 \text{ кВт}.$$

Час роботи теплового насоса при температурі зовнішнього повітря  $t_{p.o.} = -23^{\circ}C$  за день, год/день

$$\tau_{p.o.} = \frac{Q_{p.o.}}{Q_K} \cdot 24; \quad (3.11)$$

$$\tau_{p.o.} = \frac{89,96}{99,3} \cdot 24 = 21,7 \text{ год/день}.$$

Результати розрахунку кількості годин роботи теплонасосної установки по місяцях опалювального періоду зведені в таблицю 3.3.

|                |  |  |        |        |       |                  |      |
|----------------|--|--|--------|--------|-------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |  | $\tau_{p.o.} = \frac{Q_{p.o.}}{Q_K} \cdot 24;$   |        | (3.11) |       |                  |      |
|                |  | $\tau_{p.o.} = \frac{89,96}{99,3} \cdot 24 = 21,7 \text{ год/день.}$   |        |        |       |                  |      |
| Підпис та дата |  | Результати розрахунку кількості годин роботи теплонасосної установки по місяцях опалувального періоду зведені в таблицю 3.3. |        |        |       |                  |      |
|                |  |  |        |        |       |                  |      |
| Інв. №         |  |  |        |        |       | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |  |  |        |        |       |                  | 41   |
|                |  | Зм.  | Кільк. | Арк.   | № док | Підпис           | Дата |

Таблиця 3.3 - Кількість годин роботи та теплопродуктивність теплонасосної установки

| Місяць   | Теплопродуктивність<br>ТНУ за день,<br>кВт | Кількість годин роботи<br>ТНУ за день, година | Теплопродуктивність<br>ТНУ за місяць,<br>МДж | Кількість годин роботи<br>ТНУ за місяць, година |
|----------|--|---|--|---|
| Жовтень  | 23,9                                       | 5,8   | 14970  | 174   |
| Листопад | 38,84                                      | 9,38  | 36347  | 281,4   |
| Грудень  | 50,03                                      | 12,09   | 65325  | 362,7   |
| Січень   | 55,5                                       | 13,4  | 80319  | 402   |
| Лютий    | 54,6                                       | 13,2  | 77838  | 396   |
| Березень | 43,2                                       | 10,44   | 48709  | 313,2   |
| Квітень  | 22,6                                       | 5,46  | 13327  | 163,8   |
| За рік   |  |   | 336835                                       | 2093,1  |

## 3.6.2 Вибір циркуляційного насоса

Витрата води в системі опалення, м<sup>3</sup>/год

$$G_{\max.} = \frac{Q_0}{(t_1 - t_2) \cdot C_p}, \quad (3.12)$$

де  $Q_0$  - загальні втрати теплоти в будівлі, Вт; $t_1$  - температура прямої води, °С; $t_2$  - температура зворотної води, °С; $C_p$  - теплоємність води, кДж/(кг°С).

$$G_{\max} = \frac{89,96}{(55 - 50) \cdot 1,163} = 15,5 \text{ т/год} = 15,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Продуктивність насоса, м<sup>3</sup>/год

$$G_{ц.о.} = G_{\max} \cdot 1,1; \quad (3.13)$$

$$G_{ц.о.} = 15,8 \cdot 1,1 = 17,38 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Натиск насоса, м. вод. ст.

$$H_{\text{нас}} = H_{с.о.} + H_{т.о.} + 3, \quad (3.14)$$

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

42

де  $H_{c.o}$  - опір системи;

$H_{m.o}$  - місцевий опір.

$$H_{нж} = 5 + 3 + 3 = 11 \text{ м. вод. ст.}$$

Вибираємо насос фірми "Grundfos" LMD 80-160 - один робочий, один резервний.



Рисунок 3.4 – Насос "Grundfos" LMD 80-160

При витраті теплоносія 18 м<sup>3</sup>/год насос створює натиск 11,5 м. вод. ст. Потужність електродвигуна -  $N_{max}=1,5$  кВт, кількість обертів за хвилину -  $n_{max}=2890$  хв<sup>-1</sup>.

### 3.6.3 Вибір підживлювального насоса

Продуктивність насоса, м<sup>3</sup>/год

$$G_{п.н.} = 0,02 \cdot V_c, \quad (3.15)$$

де  $V_c$  - об'єм системи опалювання, м<sup>3</sup>.  $V_c=12,3$  м<sup>3</sup>.

$$G_{п.н.} = 0,02 \cdot 12,3 = 0,25 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Натиск насоса

$$P_{підж.} = (H_{м.с.} + 5) - 20, \quad (3.16)$$

де  $H_{м.с.}$  - геометрична висота системи опалення, м. вод. ст;

20 - гарантований тиск в зворотному трубопроводі тепломережі, м. вод. ст.

$$H_{м.с.} = 25 \text{ м. вод. ст.};$$

$$P_{підж.} = (25 + 5) - 20 = 10 \text{ м. вод. ст.}$$

Вибираємо насос фірми "Grundfos" CR 1-8 A-FGJ-A-E-HQQE один робочий, один резервний. Потужність електродвигуна -  $N=0,55$  кВт, кількість обертів за хвилину -  $n=2950$  хв<sup>-1</sup>.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 43   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |



Рисунок 3.5 – Насос "Grundfos" CR 1-8 A-FGJ-A-E-HQQE

### 3.6.4 Вибір закритого розширювального бака (мембранний)

Повна місткість бака

$$V_{p.б.}^3 = 1,25 \cdot V_{p.б.}^6 \cdot \frac{P_{\max} + 10}{P_{\max} - P_{\min}}, \quad (3.17)$$

де  $P_{\min}$  - заправний тиск газу в баку.

$$P_{\min} = H_{\text{геом.}} + 5 \text{ м. вод. ст.}, \quad (3.18)$$

де  $H_{\text{геом.}}$  - геометрична висота системи опалення, м. вод. ст.

$$H_{\text{геом.}} = 25 \text{ м. вод. ст.};$$

$$P_{\min} = H_{\text{геом.}} + 5 = 25 + 5 = 30 \text{ м. вод. ст.}$$

Корисна місткість відкритого розширювального бака, л

$$V_{p.б.}^6 = 0,6 \cdot V_c \cdot \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - 42,5 \right); \quad (3.19)$$

$$V_{p.б.}^6 = 0,6 \cdot 12,3 \cdot \left( \frac{55 + 50}{2} - 42,5 \right) = 73,8 \text{ л};$$

$$V_{p.б.}^3 = 1,25 \cdot 73,8 \cdot \frac{85 + 10}{85 - 30} = 159 \text{ л}.$$

Приймаємо 2 напірних розширювальних бака «Maxivarem LS Varem»  $V=100$  л кожен, заправний тиск в баку 71 м вод. ст.,  $P_{зб.}=1$  МПа.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

44



Рисунок 3.6 - Розширювальний бак «Maxivarem LS Varem»

### 3.7 Висновки з розділу

Середня витрата теплоти на опалення, кВт

$$Q_{o,cp} = 44,10 \text{ кВт.}$$

Річна витрата теплоти на опалення, МДж/рік

$$Q_{o,год} = 7,20 \cdot 10^5 \text{ МДж/рік.}$$

Втрати теплоти по місяцях за опалювальний сезон наведені у таблиці 3.2.

Вибрав наступне обладнання:

- 1 Алюмінієві радіатор ТОВ «ПРЕС-ФОРМ».
- 2 Два теплових насоса «TRANE CGWH 125» (основний і резервний).
- 3 Два циркуляційних насоси фірми «Grundfos» LMD 80-160 (основний і резервний).
- 4 Два підживлювальних насоси фірми «Grundfos» CR 1-8 A-FGJ-A-E-HQQE (основний і резервний).
- 5 Два напірних розширювальних бака «Maxivarem LS Varem».

|             |                |        |      |      |        |      |                  |      |
|-------------|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № |                |        |      |      |        |      |                  |      |
|             | Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|             |                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №      |                |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |      |      |        |      |                  | 45   |
|             | Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

#### 4 ҐРУНТОВИЙ ТЕПЛООБМІННИК

Якщо розглядати ґрунт як джерело тепла, то під самим верхнім шаром ґрунту слід розуміти шар завтовшки від 1,2 до 1,5 м. Отримання тепла здійснюється за допомогою теплообмінника, прокладеного на забудованій ділянці будівлі, яка опалюється. Ґрунтове тепло, яке необхідне для видалення, - це накопичене сонячне тепло, яке переходить в ґрунт завдяки обігріву сонячними променями, передачі тепла повітря або атмосферних опадів. Крім того, це джерело тепла, що відповідає за відносно швидку регенерацію переохолодженого ґрунту після опалювального сезону.

Корисна кількість тепла і таким чином, розмір необхідної поверхні в істотній мірі залежать від теплофізичних властивостей ґрунту і енергії інсоляції, тобто від кліматологічних умов. Термічні властивості, такі як об'ємна теплоємність і теплопровідність, дуже сильно залежать від складу і стану ґрунту.

В цьому відношенні визначальними величинами будуть, передусім, доля води, зміст мінеральних складових, таких як кварц або польовий шпат, а також доля і розмір пір заповнених повітрям.

Простіше кажучи, можна сказати, що акумулюючі властивості і теплопровідність тим вище, чим сильніше ґрунт насичений водою, чим вище доля мінеральних складових і чим менше зміст пір. При цьому потужність по відбору тепла для ґрунту знаходиться приблизно 10 - 35 Вт/м<sup>2</sup> у разі відступу при прокладенні 0,5 - 0,7 м.

Потужність по відбору тепла для ґрунту за [6]:

- а) сухий піщаний ґрунт  $q_E = 10 - 15 \text{ Вт/м}^2$ ;
- б) сирий піщаний ґрунт  $q_E = 15 - 20 \text{ Вт/м}^2$ ;
- в) сухий глинистий ґрунт  $q_E = 20 - 25 \text{ Вт/м}^2$ ;
- г) сирий глинистий ґрунт  $q_E = 25 - 30 \text{ Вт/м}^2$ ;
- д) водоносний шар  $q_E = 30 - 35 \text{ Вт/м}^2$ .

За [6] при питомій потужності по відбору тепла для цієї місцевості, яка складає  $q_E = 25 \text{ Вт/м}^2$ , знаходимо площу для відбору тепла, м<sup>2</sup>

$$F_E = \frac{Q_k}{q_E}, \quad (4.1)$$

де  $Q_k = 16 \text{ кВт}$  - кількість енергії відібраної тепловим насосом з ґрунту, знаходиться з балансу насоса.

$$F_E = \frac{16000}{25} = 640 \text{ м}^2.$$

|                  |        |      |        |        |      |
|------------------|--------|------|--------|--------|------|
| Зам. інв. №      |        |      |        |        |      |
|                  |        |      |        |        |      |
| Підпис та дата   |        |      |        |        |      |
|                  |        |      |        |        |      |
| Інв. №           |        |      |        |        |      |
|                  |        |      |        |        |      |
| Зм.              | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
|                  |        |      |        |        |      |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |        |      |        |        | Арк. |
|                  |        |      |        |        | 46   |

Для ґрунтового теплообмінника вибираю поліетиленову трубу  $D_y=32$  мм, і завтовшки стінки = 3 мм.

Необхідна кількість контурів, кожен по 130 м<sup>2</sup>, розраховується таким чином, шт

$$X = \frac{F_E}{130}; \quad (4.2)$$

$$X = \frac{640}{130} \approx 5 \text{ шт.}$$

### Висновки з розділу

Вибираю в кожному контурі довжину труб по 140 м, тоді загальна довжина труб в ґрунтовому теплообміннику складе 700 м. Труби прокладаю в довжину по 9 м і з кроком 0,15 м.

Кількість теплоносія необхідного для ґрунтового теплообмінника

$$G = 140 \cdot V_T \cdot X, \quad (4.3)$$

де  $V_T$  - об'єм одного метра трубопроводу.

$$G = 140 \cdot 0,531 \cdot 4 = 297,4 \text{ л.}$$

|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |      |        |      |                  | 47   |



## 5 КАНАЛІЗАЦІЙНИЙ ТЕПЛОБМІННИК

Метою розрахунку є визначення необхідної поверхні нагріву теплообмінника.

Як розрахунковий теплообмінний апарат вибираємо теплообмінник типу труба в трубі з внутрішньою трубою діаметром  $D_{вн}=50$  мм, кожухом внутрішнім діаметром  $D_{вн}=80$  мм. Теплопровідність стали  $\lambda_{ст}=45$  Вт/(м<sup>2</sup>°С), товщина стінки температура каналізаційних стоків на вході в теплообмінник  $t_{11}=15$  °С, витрата каналізаційних стоків  $G_1=2,7$  кг/с. Температура етиленгліколевої суміші на вході в теплообмінник  $t_{21}=-5$  °С, на виході  $t_{22}=10$  °С, витрата  $G_2=0,34$  кг/с.

### 5.1 Потік теплоти переданого етиленгліколевої суміші, кВт

$$Q = G_2 \cdot \frac{(C_{p21} + C_{p22})}{2} \cdot (t_{21} + t_{22}), \quad (5.1)$$

де  $C_p$  - теплоємність етилгліколя;

$C_{p2l}=3,77 \text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{С)}$  при  $t_{2l}=-5^{\circ}\text{С}$ , знаходимо з [7];

$C_{p22}=6.65$  кДж/(кг·°С) при  $t_{22}=10^0$ С, знаходимо з [7].

$$Q = 0,34 \cdot \frac{(3,77 + 3,65)}{2} \cdot (10 + 5) = 19 \text{ кВТ}.$$

## 5.2 Температура каналізаційних стоків на виході з теплообмінника, °C

$$t_{12} = t_{11} - \frac{Q}{C_{p12} \cdot G_1}, \quad (5.2)$$

де  $C_p$  - теплоємність каналізаційних стоків;

$C_{pl2} = 4,186 \text{ кДж/(кг}^0\text{С)}$  при  $t_{l2} = 20^0\text{С}$ , знаходимо з [8].

$$t_{12} = 15 - \frac{19}{4,186 \cdot 2,7} = 13,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

### 5.3 Швидкість руху каналізаційних стоків в теплообміннику, м/с

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\rho_{lcp} \cdot d_1^2}, \quad (5.3)$$

де  $\rho_{1cp}$  - середня густина каналізаційних стоків;

$$\rho_{lcp}=999,2 \text{ кг/м}^3 \text{ при } t_{lcp}=14,2 \text{ }^0\text{С, знаходимо з [8].}$$

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot 2,7}{999,2 \cdot 0,05^2} = 4,9 \text{ МГц}.$$

|  |        |      |       |        |      |
|--|--------|------|-------|--------|------|
| $\omega_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\rho_{1cp} \cdot d_1^2}, \quad (5.3)$                       |        |      |       |        |      |
| де $\rho_{1cp}$ - середня густина каналізаційних стоків;                                   |        |      |       |        |      |
| $\rho_{1cp}=999,2 \text{ кг/м}^3$ при $t_{1cp}=14,2 \text{ }^0\text{C}$ , знаходимо з [8]. |        |      |       |        |      |
| $\omega_1 = \frac{4 \cdot 2,7}{999,2 \cdot 0,05^2} = 4,9 \text{ м/с}.$                     |        |      |       |        |      |
| Зм.  | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата |
|  |        |      |       |        |      |
|  |        |      |       |        |      |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ   |        |      |       |        | Арк. |
|  |        |      |       |        | 48   |

#### 5.4 Швидкість руху етиленгліколевої суміші в теплообміннику, м/с

$$\omega_2 = \frac{4 \cdot G_2}{\rho_{2cp} \cdot (D - d_1)^2}, \quad (5.4)$$

де  $\rho_{1cp}$  - середня густина етиленгліколевої суміші;

$\rho_{1cp} = 1130,1 \text{ кг/м}^3$  при  $t_{2cp} = 2,5^\circ\text{C}$ , знаходимо з [7].

$$\omega_2 = \frac{4 \cdot 0,34}{1130,1 \cdot (0,08 - 0,05)^2} = 1,3 \text{ м/с}.$$

#### 5.5 Число Рейнольдса для каналізаційних стоків

$$\text{Re}_1 = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{\nu_{1cp}}, \quad (5.5)$$

де  $\nu_{1cp}$  - середня кінематична в'язкість каналізаційних стоків;

$\nu_{1cp} = 1,211 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  при  $t_{1cp} = 14,2^\circ\text{C}$ , знаходимо з [8].

$$\text{Re}_1 = \frac{4,3 \cdot 0,05}{1,211 \cdot 10^{-6}} = 177539.$$

Оскільки  $\text{Re}_1 = 177539 > 4 \cdot 10^3$ , то режим течії розвинений турбулентний.

#### 5.6 Число Нусельта для каналізаційних стоків

$$\text{Nu}_1 = 0,021 \cdot \text{Re}_1^{0,8} \cdot \text{Pr}_{1cp}^{0,43} \cdot \left( \frac{\text{Pr}_{1cp}}{\text{Pr}_{1c}} \right)^{0,25}, \quad (5.6)$$

де  $\text{Pr}$  - число Прандтля для каналізаційних стоків;

$\text{Pr}_{1cp} = 8,62$  при  $t_{1cp} = 14,2^\circ\text{C}$ , знаходимо з [8];

$\text{Pr}_{1c} = 10,53$  при  $t_{1c} = 8,35^\circ\text{C}$ , знаходимо з [8].

$$\text{Nu}_1 = 0,021 \cdot 177539^{0,8} \cdot 8,62^{0,43} \cdot \left( \frac{8,62}{10,53} \right)^{0,25} = 798.$$

#### 5.7 Коефіцієнт тепловіддачі від каналізаційних стоків до стінки труби, Вт/(м<sup>2</sup>·К)

$$\alpha_1 = \frac{\text{Nu}_1 \cdot \lambda_{1cp}}{d_1} \quad (5.7)$$

де  $\lambda_{1cp}$  - середня теплопровідність каналізаційних стоків;

$\lambda_{1cp} = 58,1 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$  при  $t_{1cp} = 14,2^\circ\text{C}$ , знаходимо з [8].

$$\alpha_1 = \frac{798 \cdot 58,1 \cdot 10^{-2}}{0,05} = 1292,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

|                  |        |      |       |        |      |
|------------------|--------|------|-------|--------|------|
| Зам. інв. №      |        |      |       |        |      |
|                  |        |      |       |        |      |
| Підпис та дата   |        |      |       |        |      |
|                  |        |      |       |        |      |
| Інв. №           |        |      |       |        |      |
|                  |        |      |       |        |      |
| Зм.              | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |        |      |       |        | Арк. |
|                  |        |      |       |        | 49   |

### 5.8 Число Рейнольдса для етиленгліколевої суміші

$$Re_2 = \frac{\omega_2 \cdot (D - d_1)}{\nu_{2cp}}, \quad (5.8)$$

де  $\nu_{2cp}$  - середня кінематична в'язкість етиленгліколевої суміші;

$\nu_{2cp} = 6,762 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  при  $t_{2cp} = 2,5^\circ\text{C}$  знаходимо з [7].

$$Re_1 = \frac{1,3 \cdot (0,08 - 0,05)}{6,76 \cdot 10^{-6}} = 5767.$$

Оскільки  $Re_2 = 5767 > 4 \cdot 103$ , то режим течії розвинений турбулентний.

### 5.9 Число Нусельта для каналізаційних стоків

$$Nu_1 = 0,021 \cdot Re_2^{0,8} \cdot Pr_{2cp}^{0,43} \cdot \left( \frac{Pr_{2cp}}{Pr_{2c}} \right)^{0,25}, \quad (5.9)$$

де  $Pr$  - число Прандтля для етиленгліколевої суміші;

$Pr_{2cp} = 613$  при  $t_{1cp} = 2,5^\circ\text{C}$ , знаходимо з [7];

$Pr_{1c} = 403$  при  $t_{1c} = 8,35^\circ\text{C}$ , знаходимо з [7].

$$Nu_1 = 0,021 \cdot 5767^{0,8} \cdot 613^{0,43} \cdot \left( \frac{613}{1403} \right)^{0,25} = 376.$$

### 5.10 Коефіцієнт тепловіддачі від каналізаційних стоків до стінки труби, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda_{2cp}}{(D - d_1)}, \quad (5.10)$$

де  $\lambda_{1cp}$  - середня теплопровідність етиленгліколевої суміші;

$\lambda_{1cp} = 1,39 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  при  $t_{1cp} = 14,2^\circ\text{C}$ , знаходимо з [7].

$$\alpha_1 = \frac{376 \cdot 1,39 \cdot 10^{-2}}{(0,08 - 0,05)} = 174 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

### 5.11 Середній температурний натиск в теплообміннику (для перехресного струму теплоносіїв), $^\circ\text{C}$

Зображуємо протитечійну схему руху теплоносіїв.

|                |        |      |       |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |       |        |      |                  |      |
|                |        |      |       |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |       |        |      |                  |      |
|                |        |      |       |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |       |        |      |                  |      |
|                |        |      |       |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |       |        |      |                  | 50   |

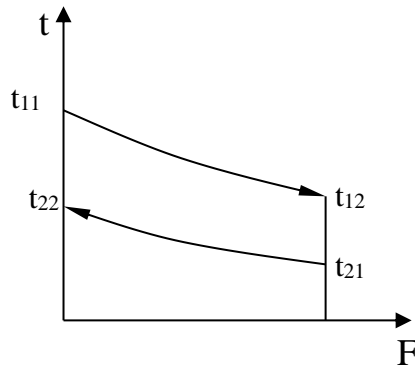


Рисунок 5.1 - Протитечійна схема руху теплоносіїв

Середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв, °C

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{t_{\delta} - t_M}{\ln \frac{t_{\delta}}{t_M}}, \quad (5.11)$$

де  $\Delta t_{\delta}, \Delta t_M$  - відповідно велика і менша різниця температур, °C.

$$\Delta t_{\delta} = t_{12} - t_{21}; \quad (5.12)$$

$$\Delta t_{\delta} = 13,3 + 5 = 18,3 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_M = t_{11} - t_{22}; \quad (5.13)$$

$$\Delta t_M = 15 - 10 = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Тоді середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв, °C

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{18,3 - 5}{\ln \frac{18,3}{5}} = 10,2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

### 5.12 Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°C)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}}; \quad (5.14)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{1292,8} + \frac{0,025}{45} + \frac{1}{174}} = 141,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}.$$

### 5.13 Загальна теплообмінна поверхня, м²

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{\text{прот}}}; \quad (5.15)$$

$$F = \frac{19000}{141,3 \cdot 10,2} = 13,2 \text{ м}^2.$$

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 51   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

#### 5.14 Загальна довжина теплообмінних труб, м

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_1}; \quad (5.16)$$

$$L = \frac{13,2}{3,14 \cdot 0,05} = 84 \text{ м.}$$

#### 5.15 Висновки з розділу

В цьому розділі визначили потік теплоти переданого етиленгліколевої суміші

$$Q = 19 \text{ кВт.}$$

А також загальну теплообмінну поверхню

$$F = 13,2 \text{ м}^2.$$

Та прийняли кількість теплообмінників  $n=14$ , по 6 м кожен.

|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  |      |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  | 52   |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |                  |      |

## 6 КАЛОРИФЕР ВЕНТИЛЯЦІЙНИЙ

Мета розрахунку - вибір калорифера для утилізації теплоти витяжної вентиляції.

Температура повітря, що видаляється, з приміщення  $t'_e=20^0\text{C}$ , витрата повітря  $L_e=1750\text{м}^3/\text{г}$ , температура етиленгліколя що поступає в калорифер  $t'_e=-5^0\text{C}$ , температура етиленгліколя на виході  $t''_e=10^0\text{C}$ , необхідне теплове навантаження  $Q_k=3\text{кВт}$ .

### 6.1 Витрата етиленгліколевої суміші, кг/с

$$G_{e.c} = \frac{Q_k}{C_{e.c} \cdot (t''_{e.c} - t'_{e.c})}, \quad (6.1)$$

де  $C_{e.c}$  - теплоємність етиленгліколевої суміші;

$C_{e.c}=3,56 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^0\text{C})$  по таблиці 28 [7].

$$G_{e.c} = \frac{3}{3,56 \cdot (10 + 5)} = 0,05 \text{ кг/с}.$$

### 6.2 Температура повітря на виході з калорифера, $^0\text{C}$

$$t''_e = t'_e - \frac{Q_k}{C_e \cdot L_e}, \quad (6.2)$$

де  $C_e$  - теплоємність повітря;

$C_e=1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^0\text{C})$ .

$$t''_e = 20 - \frac{3}{1 \cdot 0,486} = 13,8^0\text{C}.$$

### 6.3 Живий переріз для проходу продуктів згорання, $\text{м}^2$

Задаємося масовою швидкістю продуктів згорання  $(\rho v)_v = 8 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ .

Живий переріз для проходу продуктів згорання з рівняння нерозривності,  $\text{м}^2$

$$f_1 = \frac{L_e^c}{(\rho v)_e}; \quad (6.3)$$

$$f_1 = \frac{0,486}{8} = 0,0608 \text{ м}^2.$$

Вибираємо калорифер КСК 3.

|             |                |        |     |        |      |       |        |                  |      |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |       |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |     |        |      |       |        |                  |      |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата             |      |



Рисунок 6.1 – Калорифер КСК 3

Технічні дані калорифера:

- а) дійсна площа живого перерізу по повітрю  $f_{\partial}=0,154\text{м}^2$ ;
- б) площа поверхні нагріву  $F_{\partial}=13,2\text{ м}^2$ ;
- в) площа живого перерізу по теплоносію  $f_m=0,00076\text{ м}^2$ ;
- г) кількість ходів  $z=8$ .

Прийmemo число калориферів  $N=1$ .

Тоді площа поверхні нагріву,  $\text{м}^2$

$$\Sigma F_{\partial}=F_{\partial} - N;$$
(6.4)

$$\Sigma F_{\partial}=13,2-1=13,2\text{ м}^2.$$

#### 6.4 Масова швидкість повітря в живому перерізі калорифера

$$(\rho v)_{\partial}^{\partial} = \frac{L_g^c}{f_{\partial} \cdot N};$$
(6.5)

$$(\rho v)_{\partial}^{\partial} = \frac{0,486}{0,154 \cdot 1} = 3,16\text{ кг/}(\text{см}^2).$$

Оскільки  $3 \leq (\rho v)_{\partial}^{\partial} \leq 14\text{ кг/}(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ , то розрахунок продовжуємо.

#### 6.5 Швидкість етиленгліколя в трубках калорифера, м/с

$$\omega_{e,z} = \frac{G_{e,z}}{f_m \cdot \rho_{e,z} \cdot N},$$
(6.6)

де  $\rho_{e,z}$  – щільність етиленглікової суміші,  $\text{кг/м}^3$ ; знаходимо по таблиці 28 [7].

$$\omega_{e,z} = \frac{0,05}{0,00076 \cdot 1030 \cdot 1} = 0,064\text{ м/с}.$$

Оскільки  $\omega_{e,z} < 1,2\text{ м/с}$ , то розрахунок продовжуємо.

#### 6.6 Коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

$$K = 14,1 \cdot (\rho v)_{\partial}^{0,289} \cdot \omega_{e,z}^{0,158};$$
(6.7)

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

|                  |
|------------------|
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |
|------------------|

|      |
|------|
| Арк. |
| 54   |

$$K = 14,1 \cdot 3,16^{0,289} \cdot 0,064^{0,158} = 12,73 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

**6.7 Середній температурний натиск в калорифері (для перехресного струму теплоносіїв), °С**

$$\Delta \bar{t} = \Delta \bar{t}_{\text{прот}} \cdot \varepsilon_{\Delta t}, \quad (6.8)$$

де  $\Delta \bar{t}_{\text{прот}}$  - середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв;

$\varepsilon_{\Delta t}$  - поправка на перехресний струм; приймаємо  $\varepsilon_{\Delta t} = 0,97$ .

Зображуємо протитечійну схему руху теплоносіїв.

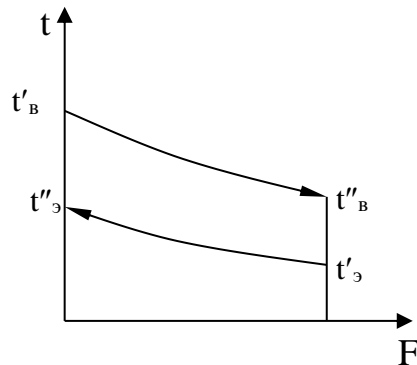


Рисунок 6.2 - Протитечійна схема руху теплоносіїв

Середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв, °С

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{t_{\delta} - t_M}{\ln \frac{t_{\delta}}{t_M}}, \quad (6.9)$$

де  $\Delta t_{\delta}, \Delta t_M$  - відповідно велика і менша різниця температур, °С.

$$\Delta t_{\delta} = t'_{\delta} - t''_{\delta}; \quad (6.10)$$

$$\Delta t_{\delta} = 13,8 + 5 = 18,8 \text{ °С}.$$

$$\Delta t_M = t''_{\delta} - t'_{\delta}; \quad (6.11)$$

$$\Delta t_M = 20 - 10 = 10 \text{ °С}.$$

Тоді середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{18,8 - 10}{\ln \frac{18,8}{10}} = 13,94 \text{ °С}.$$

Середній температурний натиск в калорифері

$$\Delta \bar{t} = 13,94 \cdot 0,97 = 13,5 \text{ °С}.$$

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |       |        |      |                  | 55   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |                  |      |



### 6.8 Необхідна поверхня нагріву калориферної установки, м<sup>2</sup>

$$F_m = \frac{Q_k}{K \cdot \Delta \bar{t}}; \quad (6.12)$$

$$F_m = \frac{3 \cdot 10^3}{13,5 \cdot 12,73} = 17,46 \text{ м}^2.$$

Оскільки  $F_m > F_{\partial}$ , то додатково встановимо ще 2 калорифери. Тоді

$$F_{\partial} = 13,2 \cdot 2 = 26,4 \text{ м}^2.$$

### 6.9 Запас дійсної поверхні нагріву, %

$$\delta F = \frac{\sum F_{\partial} - F_m}{\sum F_{\partial}} \cdot 100; \quad (6.13)$$

$$\delta F = \frac{26,4 - 17,46}{26,4} \cdot 100 = 34\%.$$

Умова запасу дійсної поверхні нагріву  $10\% < \delta F < 20\%$  не виконується таким чином ведемо перерахунок по калориферу типу КСК 3.

За довідковими даними вибираємо калорифер КСК 3.

Технічні дані калорифера:

- а) дійсна площа живого перерізу по повітрю  $f_{\partial} = 0,115 \text{ м}^2$ ;
- б) площа поверхні нагріву  $F_{\partial} = 9,9 \text{ м}^2$ ;
- в) площа живого перерізу по теплоносію  $f_m = 0,00076 \text{ м}^2$ ;
- г) число ходів  $z = 6$ .

Прийmemo число калориферів  $N = 1$ .

Тоді площу поверхні нагріву знаходимо по формулі (6.4):

$$\sum F_{\partial} = 9,9 \cdot 1 = 9,9 \text{ м}^2.$$

### 6.10 Дійсна масова швидкість повітря в живому перерізі калорифера, кг/(с·м<sup>2</sup>)

$$(\rho v)_{\partial}^{\partial} = \frac{L_g^c}{f_{\partial} \cdot N}; \quad (6.14)$$

$$(\rho v)_{\partial}^{\partial} = \frac{0,486}{0,115 \cdot 1} = 4,23 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Оскільки  $3 \leq (\rho v)_{\partial}^{\partial} \leq 14 \text{ кг/(с·м}^2\text{)}$ , то розрахунок продовжуємо.

### 6.11 Швидкість етиленгліколя в трубках калорифера, м/с

$$\omega_{e,2} = \frac{G_{e,2}}{f_m \cdot \rho_{e,2} \cdot N}, \quad (6.15)$$

де густину етиленглікової суміші, знаходимо по таблиці 28 [7].

|             |        |                |       |        |      |                  |  |  |  |  |      |
|-------------|--------|----------------|-------|--------|------|------------------|--|--|--|--|------|
| Зам. інв. № |        | Підпис та дата |       | Інв. № |      |                  |  |  |  |  | Арк. |
|             |        |                |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  |  |  |  | 56   |
| Зм.         | Кільк. | Арк.           | Нодок | Підпис | Дата |                  |  |  |  |  |      |

$$\omega_{e,z} = \frac{0,05}{0,00076 \cdot 1030 \cdot 1} = 0,064 \text{ м/с.}$$

Оскільки  $\omega_b < 1,2 \text{ м/с}$ , то розрахунок продовжуємо.

#### 6.12 Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К)

$$K = 14,1 \cdot (\rho\nu)_e^{0,289} \cdot \omega_{e,z}^{0,158}; \quad (6.16)$$

$$K = 14,1 \cdot 4,23^{0,289} \cdot 0,064^{0,158} = 13,78 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

#### 6.13 Середній температурний натиск в калорифері (для перехресного струму теплоносіїв), °С

$$\Delta \bar{t} = \Delta \bar{t}_{\text{прот}} \cdot \varepsilon_{\Delta t}, \quad (6.17)$$

де  $\Delta \bar{t}_{\text{прот}}$  - середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв;

$\varepsilon_{\Delta t}$  - поправка на перехресний струм; приймаємо  $\varepsilon_{\Delta t} = 0,97$ .

Зображуємо протитечійну схему руху теплоносіїв.

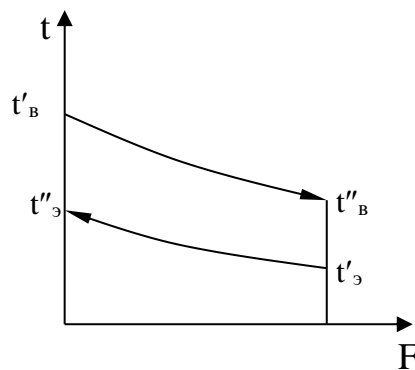


Рисунок 6.3 - Протитечійна схема руху теплоносіїв

Середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв, °С

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{t_{\bar{o}} - t_M}{\ln \frac{t_{\bar{o}}}{t_M}}, \quad (6.18)$$

де  $\Delta t_{\bar{o}}, \Delta t_M$  - відповідно більша і менша різниця температур, °С.

$$\Delta t_{\bar{o}} = t'_z - t''_z; \quad (6.19)$$

$$\Delta t_{\bar{o}} = 13,8 + 5 = 18,8 \text{ } ^\circ\text{С}.$$

$$\Delta t_M = t''_z - t'_z; \quad (6.20)$$

$$\Delta t_M = 20 - 10 = 10 \text{ } ^\circ\text{С}.$$

Тоді середній температурний натиск для протитечійної схеми руху теплоносіїв

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
|     |        |      |       |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

57

$$\Delta \bar{t}_{\text{прот}} = \frac{18,8 - 10}{\ln \frac{18,8}{10}} = 13,94^\circ \text{C}.$$

Середній температурний натиск в калорифері

$$\Delta \bar{t} = 13,94 \cdot 0,97 = 13,5^\circ \text{C}.$$

#### 6.14 Необхідна поверхня нагріву калориферної установки, м<sup>2</sup>

$$F_m = \frac{Q_k}{K \cdot \Delta \bar{t}}; \quad (6.21)$$

$$F_m = \frac{3 \cdot 10^3}{13,5 \cdot 13,78} = 16 \text{ м}^2.$$

Оскільки  $F_m > F_\partial$ , то додатково встановимо ще 2 калорифери. Тоді

$$F_\partial = 9,9 \cdot 2 = 19,8 \text{ м}^2.$$

#### 6.15 Запас дійсної поверхні нагріву, %

$$\delta F = \frac{\sum F_\partial - F_m}{\sum F_\partial} \cdot 100; \quad (6.22)$$

$$\delta F = \frac{19,8 - 16}{19,8} \cdot 100 = 19\%.$$

Умова запасу дійсної поверхні нагріву  $10\% < \delta F < 20\%$  виконується.

Таким чином вибираємо два калорифери типу КСК 3 на кожен поверх. Загальне число калориферів 10 шт. Аналогом таких калориферів є калорифер ВНВ243.2-090-050-2, виробництва ТОВ "ВЕЗА".



Рисунок 6.4 – Калорифер «КСК 3»

|                  |        |      |      |        |      |
|------------------|--------|------|------|--------|------|
| Зам. інв. №      |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Підпис та дата   |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Інв. №           |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Зм.              | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |
|                  |        |      |      |        |      |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |        |      |      |        | Арк. |
|                  |        |      |      |        | 58   |



Рисунок 6.5 – Калорифер «ВНВ243.2-090-050-2»

#### 6.16 Висновки з розділу

В цьому розділі визначили необхідну поверхню нагріву калориферної установки

$$F_0 = 19,8 \text{ м}^2.$$

А також запас дійсної поверхні нагріву

$$\delta F = 19\% .$$

Вибрали два калорифери типу КФБ А3 на кожен поверх. Загальне число калориферів 10 шт. Аналогом таких калориферів є калорифер ВНВ243.2-090-050-2, виробництва ТОВ «ВЕЗА».

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

59

## Зам. інв. №

Підпис та дата

HB. №

|     |        |      |       |        |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
|     |        |      |       |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата |

ТП 81<sub>МП</sub> 33 12 ПЗ

Арк.

60

Формат А4

*C* - поправка на корозію і округлення товщини до стандартного розміру.

$$\delta_K = \frac{0.4 \cdot 0.5}{2 \cdot 135 \cdot 1 - 0.4} + 5 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Днище бака - пласке.

$$\delta_1 = k \cdot D_{6H} \cdot \sqrt{\frac{P_p}{\sigma_{don}}} + C, \quad (7.2)$$

Для конструкції, яка показана на рисунку 7.1  $k=0,58$ .

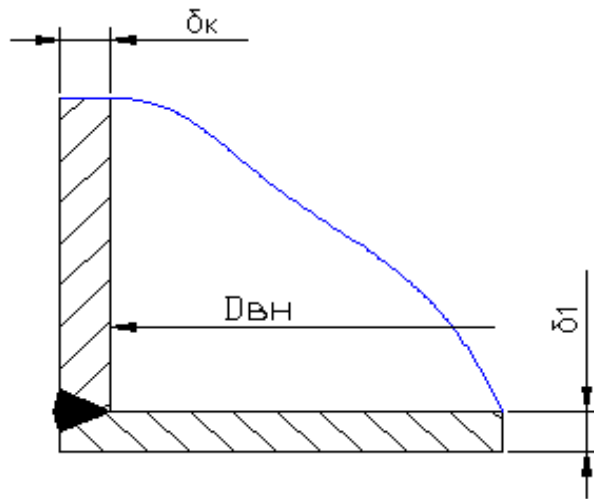


Рисунок 7.1 - Конструкція днища бака-акумулятора

Товщина днища корпусу, по формулі 7.2, мм

$$\delta_1 = 0.58 \cdot 0.5 \cdot \sqrt{\frac{0.4}{135}} + 5 \cdot 10^{-3} = 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Товщину днища приймаємо рівною  $\delta_1 = 7 \text{ мм}$ .

### 7.3 Висновки з розділу

Для корпусу бака-акумулятора приймаємо сталеву трубу діаметром 530 мм з товщиною стінки  $\delta_k = 7 \text{ мм}$ .

Товщину днища приймаємо рівною  $\delta_1 = 7 \text{ мм}$ .

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |        |        |      |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
|     |        |      |        |        |      |
|     |        |      |        |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

61

## 8 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Метою розробки стартап проекту є визначення економічної ефективності проекрованої системи теплопостачання житлового будинку, визначення капіталовкладень та визначення строку окупності системи теплопостачання житлового будинку із застосуванням теплового насоса.

Зіставлення варіантів виконується по капітальних вкладеннях, річних експлуатаційних вкладеннях, річних експлуатаційних витратах, приведених витратах а також терміном окупності системи опалення та гарячого водопостачання. При розрахунку капітального вкладення не враховується вартість будівельної частини. Вартість будівельної частини, необхідного для установки устаткування включена у вартість монтажного устаткування.

### 8.1. Теплонасосна система опалювання

#### 8.1.1 Розрахунок капіталовкладень на систему

Необхідні капітальні вкладення, грн

$$K = K_{об} + K_{монт} + K_{непр}, \quad (8.1)$$

де  $K_{об}$  - вартість устаткування і матеріалів, грн.;

$K_{монт}$  - витрати на монтажі устаткування, грн.;

$K_{непр}$  - непередбачені витрати.

Вартість устаткування і матеріалів визначається за прейскурантом а витрати на монтаж - за цінами на монтажні роботи. Величина непередбачених витрат залежить від кількості нестандартного устаткування.

Розрахунок капітальних витрат зведений в Таблицю 8.1. Усі розрахунки проводяться в гривнях. Ціни на устаткування, матеріали і монтаж приведені за станом на початок 2019 р.

Таблиця 8.1 - Капітальні витрати при теплонасосній системі опалювання

| Найменування         |     |     | Вартість     |              |        |
|----------------------|-----|-----|--------------|--------------|--------|
|                      |     |     | Одиниці      | Загальна     |        |
|                      |     |     | Устаткування | Устаткування | Монтаж |
| Тепловий насос       | шт. | 2   | 441000       | 882000       | 69300  |
| Теплообмінник земний | м   | 700 | 60           | 42000        |        |
| Радіатори            | шт. | 125 | 240          | 30000        | 18750  |

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 62   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

Таким чином, витрати на придбання устаткування і матеріалів складають  $K_{об}=954000$  грн., вартість монтажу  $K_{монт}=88050$  грн. Непередбачені витрати приймаємо 10% від вартості устаткування і матеріалів

$$K_{непр}=0,1 \cdot K_{об}=954000 \cdot 0,1=95400 \text{ грн.}$$

Необхідні капітальні вкладення

$$K=954000+88050+95400=1137450 \text{ грн.}$$

### 8.1.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати включають усі витрати на експлуатацію агрегатів або систем і визначаються по формулі, грн/рік

$$U=U_{ен}+U_a+U_{пр}, \quad (8.2)$$

де  $U_{ен}$  - енергетичні витрати, грн/рік;

$U_a$  - амортизаційні відрахування, грн/рік;

$U_{пр}$  - інші умовно постійні витрати, що включають витрати на поточний ремонт, технічне обслуговування й т.д., грн/рік.

Енергетичними витратами у разі теплонасосного опалення є витрати на електроенергію і визначаються по формулі, грн/рік

$$U_{ел.ен}=b \cdot E, \quad (8.3)$$

де  $b$  - тариф на електроенергію, грн/(кВт·год);

$E$  - річне споживання електричної енергії,  $E=86184$  кВт/год.

$$U_{ел.ен}=1,68 \cdot 86184=144789 \text{ грн/рік.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються по формулі, грн/рік

$$U_a=K_{об} \cdot H_a, \quad (8.4)$$

де  $K_{об}$  - частина капітальних вкладень в устаткування, включаючи його вартість, витрати на монтаж і т. д., грн;

$H_a$  - норма амортизаційних відрахувань, 1/рік;

для енергетичних установок значення  $H_a=0,15\%$  / рік.

$$U_a=954000 \cdot 0,15=143100 \text{ грн/рік.}$$

Інші умовно постійні витрати приймемо рівними 5% від вартості устаткування, грн/рік

$$U_{пр}=0,05 \cdot K_{об};$$

$$U_{пр}=0,05 \cdot 954000=47700 \text{ грн/рік.}$$

Річні експлуатаційні витрати, грн/рік

$$U=144789+143100+47700=335589 \text{ грн/рік.}$$

|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |      |        |      |                  | 63   |



### 8.1.3 Визначення приведених витрат

Приведені витрати обчислюються за формулою, грн/рік

$$З = U + E_n \cdot K, \quad (8.5)$$

де  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$E_n = 15 \text{ \% / рік.}$

$$З = 335589 + 0,15 \cdot 1137450 = 506206 \text{ грн/рік.}$$

### 8.2 Економія електроенергії при використанні теплового насоса

8.2.1 Необхідна потужність електродкотла для опалення та гарячого водопостачання, кВт·год

$$N = \frac{Q}{\eta}, \quad (8.6)$$

де  $Q$  – кількість теплоти, яка необхідна для опалення та гарячого водопостачання,  
 $Q = 44100 \text{ Вт} = 44,1 \text{ кВт};$

$\eta$  - ККД електродкотла;  $\eta = 0,9$ .

Визначаємо кількість електроенергії, яку необхідно затрати для опалення та гарячого водопостачання

$$N = \frac{44,1}{0,9} = 49 \text{ кВт·год.}$$

8.2.2 Економія електроенергії в грошовому еквіваленті при використанні системи опалення ГВП з тепловим насосом в порівнянні з тепlopостачанням за допомогою електродкотла, грн

$$EK_E = (N - N_{TN}) \cdot C,$$

де  $C$  - ціна 1 кВт·год,  $C = 1,68 \text{ грн/кВт·год};$

$N_{TN}$  - кількість електроенергії, яку споживає тепловий насос під час роботи, кВт·год.

$$EK_E = (49 - 19) \cdot 1,68 = 50,4 \text{ грн.}$$

8.2.3 Термін окупності системи опалення та ГВП з тепловим насосом в порівнянні з тепlopостачанням за допомогою електродкотла, років

$$T_E = \frac{K}{EK_E};$$

$$T_E = \frac{1137450}{50,4 \cdot 24 \cdot 178} = 5,3 \text{ років.}$$

|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |
|----------------|--|-----|--------|------|------|--------|------------------|--|
| Зам. інв. №    |  |     |        |      |      |        | Арк.             |  |
|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |
| Підпис та дата |  |     |        |      |      |        | 64               |  |
|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |
| Інв. №         |  |     |        |      |      |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  |
|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |
|                |  | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата             |  |

8.3 Висновки з розділу

В данному розділі ми визначили економію електроенергії в грошовому еквівалентні при використанні системи опалення ГВП з тепловим насосом в порівнянні з теплопостачанням за допомогою електродкотла за годину роботи

$$EK_E = 50,4 \text{ грн.}$$

А також термін окупності системи опалення та ГВП з тепловим насосом в порівнянні з теплопостачанням за допомогою електродкотла

$$T_E = 5,3 \text{ років.}$$

|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  | 65   |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

9 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛОНАСОСНОГО ОПАЛЕННЯ

Схема автоматизації системи теплонасосного опалення показана на кресленні (див. схеми автоматизації).

Цим проектом передбачається:

- а) автоматична підтримка температури повітря в приміщеннях на рівні бажаних оптимальних значень шляхом регулювання теплової потужності радіаторів або холодильної потужності неавтоматичних кондиціонерів;
- б) підтримка значень температури теплоносія взимку в системі опалення відповідно до погодних умов;
- в) підтримка постійних значень температури холодоносія в літку в системі холодопостачання неавтоматичних кондиціонерів;
- г) програмне зниження теплового навантаження системи теплопостачання вночі;
- д) вибір оптимального для конкретних експлуатаційних умов джерела низько-потенційної теплової енергії;
- е) блокування витяжних вентиляторів з ТЕНами кухонної плити і з освітленням санвузлів.

Проектом передбачається також контроль до вибухонебезпечних концентрацій природного газу в підвальному приміщенні.

Схема автоматизації теплонасосного опалення зображена на рисунку 9.1.  
Основні технічні рішення автоматизації і контролю приведені в таблиці 9.1.

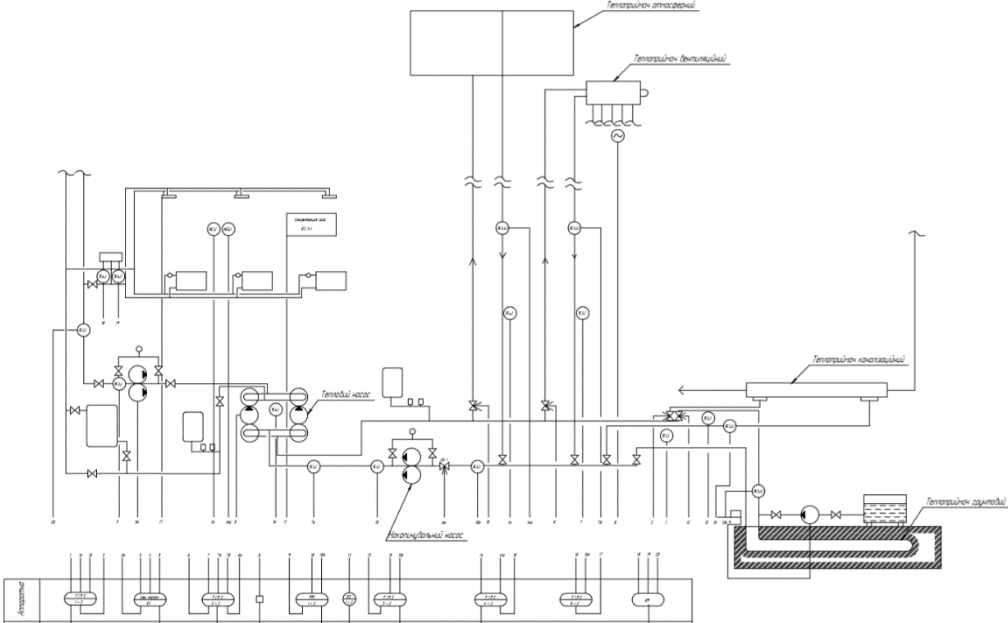


Рисунок 9.1 - Схема автоматизації теплонасосного опалення

|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |      |
|----------------|--|-----|--------|------|------|--------|------------------|--|------|
| Зам. інв. №    |  |     |        |      |      |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  | Арк. |
| Підпис та дата |  |     |        |      |      |        |                  |  | 66   |
| Інв. №         |  | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата             |  |      |
|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |      |

Рисунок 9.1 - Схема автоматизації теплонасосного опалення

Таблиця 9.1 - Технічні рішення автоматизації і контролю

| Функції   | Технічні рішення   |
|---|--|
| 1   | 2  |
| Комерційний квартирний облік споживання теплової енергії і холоду                                 | Перетворювачі витрати і датчики температур на подавальному і зворотному трубопроводах квартирних відведень подають інформацію на теплолічильники |
| Підтримка температури води в системі опалення відповідно до погодних умов                         | Датчики температури теплоносія і зовнішнього повітря формують команди контролера, який керує роботою теплового насоса                            |
| Програмне зниження навантаження системи опалення житлових приміщень вночі                         | Таймер встановлює в потрібний час режим зниженого теплоспоживання  |
| Вибір оптимального для конкретних експлуатаційних умов джерела низькопотенційної теплової енергії | Контролер на підставі умов теплообміну в різних теплоприймачів робить вибір оптимального контура циркуляції                                      |
| Підтримка постійних значень температури холодоносія   | Датчики температури холодоносія за допомогою контролера управляє роботою холодильної машини  |
| Управління циркуляційними насосами тепло і холодопостачання                                       | Двічі в день змінюються функції робочих і резервних насосів на протилежні. При аварійному відключенні одного з них автоматично включається інший |
| Підтримка температури повітря в приміщенні на рівні бажаних оптимальних значень                   | Датчики температури внутрішнього повітря за допомогою контролера управляють роботою неавтоматичних кондиціонерів                                 |
| Управління витяжними вентиляторами  | Блокування квартирних витягів вентиляторів з ТЕНами кухонної плити і з освітленням санвузла  |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

67

Продовження таблиці 9.1

| 1  | 2  |
|--|--|
| Контроль до вибухових концентрацій природного газу | Сигналізатори до вибухових концентрацій природного газу, встановлюються в підвалі, подають світловий сигнал у разі небезпеки |

### 9.1 Автоматика контролю концентрації газу

В підвалах, технічних і перших поверхах житлових будинків газифікованих населених пунктів необхідно передбачати контроль до вибухонебезпечних концентрацій природного газу в повітрі з виділенням сигналів на колективну попереджувальну сигналізацію і на об'єднану диспетчерську службу (ОДС).

У цьому проекті передбачається контроль концентрації метану в підвальних приміщеннях житлового будинку, в місцях можливого проникнення його через введення інженерних комунікацій при аварії газопроводу. Досягши змісту газу в повітрі 20% НКМР (нижній концентрації межі розподілу полум'я).

З цією метою передбачається встановити в приміщенні електрощитової на першому поверсі житлового будинку газосигналізатор «СТРАЖ S51A3K» з детектором метану, виробництва одеського підприємства ТОВ "ТМ СТРАЖ".



Рисунок 9.2 – Газосигналізатор «СТРАЖ S51A3K»

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

|                  |
|------------------|
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |
|------------------|

|      |
|------|
| Арк. |
| 68   |

При досягненні до вибухонебезпечних концентрації природного газу в повітрі підвальних приміщень передбачено подача звукового і світлового сигналу на фасад будинку і звукового сигналу у вестибюль. Сигнал про досягнення до вибухонебезпечних концентрацій природного газу передбачений також подавати на пульт диспетчера ОДС мікрорайонна.

Детектори природного газу розміщуються поблизу введення інженерних комунікацій на висоті 0.5 м над рівнем перекриття.

Електропостачання газосигналізації здійснюється однофазною групою 220 В, 50 Гц після АВР. Сполучні лінії передбачається виконувати дротами з мідними жилами.

## 9.2 Автоматизація насосних агрегатів

Проектом передбачена автоматизація роботи наступних насосних агрегатів:

- а) теплові насоси (2 шт);
- б) циркуляційних насосів тепло- і холодопостачання (2 шт).

Будь-який з насосів може бути робочим або резервним. Передбачено два режими роботи насосів: місцевий (налагоджувальний) або автоматичний.

За допомогою контролера підтримується постійна різниця температур теплоносія і температури зовнішнього повітря. Тепловий насос включається автоматично при змінній різниці цих температур.

Циркуляційні насоси тепло- і холодопостачання працюють увесь час по годинному графіку (24 години працює один насос, 24 години інший).

При виході з ладу робочого насоса автоматично включається резервний.

Передбачається видача аварійного сигналу про роботу агрегатів на пульт диспетчера ОДС мікрорайона.

## 9.3 Регулювання температури в системі опалення

Для регулювання температури в системі опалення відносно погодних умов проектом передбачена установка на трубопроводі теплопостачання регулюючого клапана з електронним регулювальником температури. Датчики температури встановлюються на трубопроводі теплопостачання і на зовнішній стіні будинку.

Також передбачений режим зниження теплопостачання в нічний час.

|                  |        |      |      |        |      |
|------------------|--------|------|------|--------|------|
| Зам. інв. №      |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Підпис та дата   |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Інв. №           |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Зм.              | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |
|                  |        |      |      |        |      |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |        |      |      |        | Арк. |
|                  |        |      |      |        | 69   |

#### 9.4 Тепловий облік

У проекті передбачений облік тепла за допомогою теплोलічильника типу *MULTICAL* виробництва фірми ТОВ "Техномер", м Київ.

У комплект теплोलічильника входить:

- а) блок теплोलічильника;
- б) два теплоперетворювач парних  $P_t$ ;
- в) два основні ультразвукові витратоміри *KAMSTRUP*.



Рисунок 9.3 – Теплोलічильник «*MULTICAL*»

Теплोलічильники забезпечують вимір і індикацію наступних параметрів системи теплостачання:

- а) вимір витрати теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах;
- б) сумарних наростаючою кількості теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах;
- в) вимір температури теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах за допомогою термоперетворювача опору;
- г) сумарно наростаюча кількість тепла.

Для виключення механічних ушкоджень і можливості несанкціонованого доступу блок теплोलічильника встановлюються в шафу типу МНК 500×400×200, яка замикається на ключ.

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|
|     |        |      |      |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 33 12 ПЗ

Арк.

70

До теплотічильника через порт RS - 232 є можливість підключити принтер для друку накопиченої інформації про теплові витрати.

### 9.5 Висновки з розділу

В даному розділі вибрали наступне обладнання для забезпечення автоматизації системи теплонасосного опалення:

- 1) Газосигналізатор «СТРАЖ S51A3K»;
- 2) Теплотічильник «MULTICAL».

При досягненні до вибухонебезпечних концентрації природного газу в повітрі підвальних приміщень передбачено подача звукового і світлового сигналу на фасад будинку і звукового сигналу у вестибюль. Сигнал про досягнення до вибухонебезпечних концентрацій природного газу передбачений також подавати на пульт диспетчера ОДС мікрорайонна.

За допомогою контролера підтримується постійна різниця температур теплоносія і температури зовнішнього повітря. Тепловий насос включається автоматично при змінній різниці цих температур.

|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      |    |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|----|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |    |
|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      | 71 |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |    |



## 10 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я, життя й працездатності людини в процесі праці.

В питання, що розглядаються охороною праці, входить: безпека праці, попередження травматизму і професійних захворювань, пожеж і вибухів на виробництві, питання правової охорони праці.

Вірогідність нещасних випадків на виробництві в Україні на цьому етапі набагато перевищує ті ж показники в розвинених зарубіжних країнах. У наслідок отримання травми людиною на виробництві знижується продуктивність праці, з'являються додаткові витрати на виплату компенсацій хворим або інвалідам, виникають соціально-економічні і психологічні проблеми як в колективі, так і у окремо взятих людей, пов'язаних з нещасним випадком на виробництві. При чіткому виконанні усіх правил і вимог охорони праці людина може захистити себе від різних виробничих травм, поразок електричним струмом, професійних захворювань.

Основними завданнями охорони праці є: створення безпечних умов праці робочого персоналу, попередження професійних захворювань, виконання контролю за виконанням техніки безпеки на виробництві.

У цьому дипломному проекті розроблена система теплонасосного опалення житлового будинку. Установка працює по зворотному циклу Ренкіна (термодинамічному циклу), забираючи теплоту каналізаційних стоків, повітря, що віддається з будинку витяжною вентиляцією, зовнішнього повітря, землі на яку упирається будинок.

В даному розділі запропоновано технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації енергетичного і технічного устаткування котельні, а також технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії і розглянуті питання з пожежної безпеки.

|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  |      |    |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|----|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |       |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |    |
|             |                |        |     |        |      |       |        |      |                  |      | 72 |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |                  |      |    |

## 10.1 Технічні рішення, які передбачені проектом з безпеки експлуатації технологічного устаткування

### 10.1.1 Компоновка основного і допоміжного обладнання

Приміщення теплонасосної установки знаходиться на підвальному поверсі будівлі, ізолювано від жилих приміщень і має розміри 4,4×4,5 м при висоті стелі 3 м. У цьому приміщенні розміщені: тепловий насос, циркуляційний насос, теплоакumuлююча посудина, бак з етиленгліколевою сумішшю.

Циркуляція незамерзаючої етиленгліколевої суміші через випарник теплового насоса здійснюється за допомогою циркуляційного насоса. Ця суміш циркулює через теплообмінник, який складається із сталевих емальованих труб, в середині якої тече умовно чиста частина каналізаційних стоків.

При температурі зовнішнього повітря нижче  $-2^{\circ}\text{C}$ , або в інших випадках, коли потужності першого і другого контура не вистачає, з'являється потреба у використанні третього контура циркуляції через атмосферний теплоприймач з подачею в нього холодоносія з температурою  $-20\ldots-25^{\circ}\text{C}$ .

При температурі зовнішнього повітря нижче  $-10^{\circ}\text{C}$ , включається четвертий контур циркуляції етиленгліколевої суміші - через ґрунтовий теплообмінник, який розміщується безпосередньо під теплоізолюваною підлогою підвалу.

Приміщення теплонасосної установки ізолювано від інших приміщень будівлі.

Тепловий насос оснащений приладами управління і контролю, засобами автоматизації.

### 10.1.2 Безпечна експлуатація електроустановок в приміщеннях теплонасосних установок

В приміщенні теплонасосної установки встановлено наступне устаткування:

- а) Два теплових насоса «*TRANE CGWH 125*» (основний і резервний).

Технічні характеристики «*TRANE CGWH 125*»:

- 1) Холодоносії *R-12*.
- 2) Номінальна холодопродуктивність  $Q_n=80,3$  кВт.
- 3) Номінальна потужність  $N_k=19$  кВт.
- 4) Температура в камері  $3^{\circ}\text{C}$ .
- 5) Температура повітря на вході в конденсатор  $18^{\circ}\text{C}$ .

- б) Два циркуляційних насоса фірми «*Grundfos LMD 80-160*» (основний і резервний).

Технічні характеристики «*Grundfos LMD 80-160*»:

- 1) При витраті теплоносія  $18\text{ м}^3/\text{год}$  насос створює натиск  $11,5$  м. вод. ст.
- 2) Потужність електродвигуна -  $N_{max}=1,5$  кВт.
- 3) Кількість обертів за хвилину -  $n_{max}=2890\text{ хв}^{-1}$ .

|                |  |     |        |      |      |        |                  |  |  |  |  |      |  |
|----------------|--|-----|--------|------|------|--------|------------------|--|--|--|--|------|--|
| Зам. інв. №    |  |     |        |      |      |        |                  |  |  |  |  | Арк. |  |
| Підпис та дата |  |     |        |      |      |        |                  |  |  |  |  | 73   |  |
| Інв. №         |  |     |        |      |      |        | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  |  |  |  |      |  |
|                |  | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата             |  |  |  |  |      |  |



нормальними роботами ізоляція постійно втрачає свої первинні якості. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, яке може привести до поразки електричним струмом. В цілях захисту людей від поразки електричним струмом при аварійних попаданнях напруги на будь-які струмопровідні частини теплового насоса, застосовується занулення - умисне електричне з'єднання нормально неструмопровідних частин електроустановки із заземленим нульовим дротом.

При пробіі фази на корпус електроустановки створюється коротке замикання, що викликає відключення електроустановки.

При пробитті фази на корпус, струм проходить через трансформатор, фазовий дріт, запобіжник корпус електроустановки, нульовий провід.

При короткому замиканні в нульовому дроті виникає небезпека поразки, яка існуватиме до тих пір, поки не станеться виключення пошкодженого устаткування за рахунок згорання запобіжника або виключення апарату. Занулення використовується в трифазних електричних лініях до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю.

10.1.2.3 Електрозахисні засоби захисту персоналу при обслуговуванні електрообладнання в приміщенні теплонасосної установки

При обслуговуванні обслуговуючим персоналом електричних пристроїв, що перебувають під напругою (при неможливості їх знеструмити) - застосовуються засоби захисту від дії електричного струму.

Засоби колективного захисту: екрани; переносні заземлення; огороження.

Засоби індивідуального захисту: діелектричні рукавички, боти, калоші, килимки, підставки; монтерський інструмент із ізольованими ручками; оперативні й струмовимірювальні кліщі, штанги й т.п.

Електрозахисні засоби повинні періодично випробовуватися: придатність електрозахисних засобів підтверджується клеймом.

Норми і терміни електричних випробувань електрозахисних засобів:

- а) рукавички діелектричні - 1 раз в 6 місяців;
- б) калоші діелектричні - 1 раз в 12 місяців;
- в) ізолюючі накладки - 1 раз в 24 місяці.

## 10.2 Технічні заходи по створенню оптимальних умов з гігієни праці та виробничих санітарних умов

### 10.2.1 Повітря робочої зони

Повітря робочої зони включає в себе:

|                |        |      |        |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |        |        |      |                  |      |
|                |        |      |        |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |        |        |      |                  | 75   |

- а) мікроклімат приміщень;
- б) склад повітряного середовища.

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їх внутрішнього середовища, який визначається діючими на організм людини температурою, вологістю, швидкістю руху повітря та тепловим випромінюванням.

Використовуваний в теплонасосній установці етиленгліколева суміш малотоксична, в класифікації, приведений в ГОСТ 12.1.005-88 [8] вона відсутня. Може представляти небезпеку тільки у разі значних витоків. Всього в системі знаходиться 50 кг етиленгліколя. Для виключення накопичення його в приміщенні теплонасосної установки у разі витоків, під час роботи компресора включається вентиляція. Повітря, що видаляється, забирається з нижньої частини приміщення, оскільки пари етиленгліколя важчі за повітря і збиратимуться вниз.

Таблиця 10.1 – Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень

| Період року | Температура, °С |  | Відносна вологість, % |   | Швидкість руху повітря, м/с |           |
|-------------|-----------------|--|-----------------------|---|-----------------------------|-----------|
|             | Оптимальна      | Допустимий діапазон                                      | Оптимальна            | Допустима                               | Оптимальна                  | Найбільша |
| Холодний    | 17-20           | Для постійних робочих місць 15-23, для непостійних 10-24 | 40-60                 | 75                                      | 0,2                         | 0,4       |
| Теплий      | 20-23           | Для постійних робочих місць 16-27, для непостійних 15-29 | 40-60                 | 75 при $t < 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 0,3                         | 0,5       |

Фактичні параметри макрокліматичних умов не перевищують допустимих значень.

#### 10.2.2 Захист від виробничого шуму при експлуатації обладнання теплової станції

1 Головним джерелом шуму в приміщенні теплонасосної установки є компресор, за паспортними даними компресора сумарні значення рівня звуку складають 150 дБА, звідси необхідна звукоізоляція:  $R_{\text{Амрб}}=150-20=130\text{ дБА}$ .

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |      |        |      |                  |      |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
|     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|     |        |      |      |        |      |                  | 76   |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |

Шум нормується за граничними спектрами, тобто встановлюється допустимий рівень сили звуку в стандартних октавних смугах зі середньгеометричними частотами 31,5 – 8000 Гц або за рівнем звуку – в дБА.

2 Нормування по допустимих значеннях рівень звуку  $L_A$ , дБА.

Для забезпечення комфортних умов в житлах, особливо в нічний час, допускається значення рівня звуку - 20 дБА. Нормовані параметри шуму ДСН 3.3.6.037-99 [9].

3 Між приміщенням теплонасосної установки і житлом розташовано дві цегляні стіни (маса 1 м<sup>2</sup> стіни  $M_{ст1}=800$  кг/м<sup>2</sup>,  $M_{ст2}=400$  кг/м<sup>2</sup>), а також залізобетонна багатопустотна панель перекриття масою  $M_{пер}=250$  кг/м<sup>2</sup>.

Загальна звукоізоляція житла, дБА

$$R_{A\Sigma}=R_{Acm1}+R_{Acm2}+R_{Aпер}, \quad (10.1)$$

де  $R_{Acm1}$ ,  $R_{Acm2}$ ,  $R_{Aпер}$  - відповідно звукова ізоляція першої, другої стіни і перекриття.

Звукоізоляція окремої стіни (перекриття), дБА

$$R_{Ai}= 22lgM_i-12; \quad (10.2)$$

$$R_{Acm1}= 22lg800-12=52 \text{ дБА};$$

$$R_{Acm2}= 22lg400-12=45 \text{ дБА};$$

$$R_{Aпер}= 22lg250-12=40 \text{ дБА};$$

$$R_{A\Sigma}= 52+45+40=56 \text{ дБА}.$$

Отже, будівельні конструкції забезпечують достатній захист від шуму, і додаткова звукоізоляція не вимагається.

Фактичні параметри шуму не перевищують допустимих значень.

### 10.3 Види та норми освітлення виробничих приміщень теплонасосної станції, які передбачені проектом

Нормований параметр - коефіцієнт природної освітленості.

У приміщенні теплонасосної станції природне освітлення відсутнє. У житлах - бічне одностороннє природне освітлення.

Для них:

- а) розряд зорової роботи - IV;
- б) характеристика зорової роботи - середньої точності;
- в) розмір об'єкту розрізнення - 0,5-1мм;
- г) контраст об'єкту розрізнення з фоном - великий;
- д) фон - світлий.

|             |                |        |      |        |      |  |  |  |                  |  |      |
|-------------|----------------|--------|------|--------|------|--|--|--|------------------|--|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |      |        |      |  |  |  | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  | Арк. |
|             |                |        |      |        |      |  |  |  |                  |  | 77   |
| Зм.         | Кільк.         | Арк.   | №док | Підпис | Дата |  |  |  |                  |  |      |

Коефіцієнт природного освітлення  $e_n=1,5\%$

Кременчук знаходиться в IV світловому поясі  $e_N = e_n \cdot m_N$

де  $m_N=0,9$  - коефіцієнт світлового клімату;

$e_N=1,5 \cdot 0,9=1,35\%$ .

### 10.5 Штучне освітлення нормується величиною освітленості Е (лк) в залежності від розряду робіт, системи штучного освітлення та типу джерела світла

Рекомендації по оптимальним параметрам освітлення виробничих приміщень в робочій зоні з ціллю збереження здоров'я, запобігання виробничих травм та нещасних випадків згідно ДБН В 2.5-28:2018 [10].

У приміщенні теплонасосної станції:

- а) освітлення- загальне штучне.
- б) розряд зорових робіт - V;
- в) під розряд зорової роботи - Г;
- г) характеристика зорової роботи - середньої точності;
- д) розмір об'єкту розрізнення - 0,5-1,0 мм;
- е) контраст об'єкту розрізнення з фоном - великий;
- ж) фон - світлий.
- з) необхідна освітленість приміщення теплонасосної станції – 150 Лк.
- и) оскільки висота стель в приміщенні теплонасосної станції 3 м, штучне освітлення передбачити від мережі напругою  $U=42В$ .

Фактичні параметри освітлення не перевищують допустимих значень.

### 10.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях (НС) регламентується ПЛАС (планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій). При розробці ПЛАС необхідно розробити відповідні технічні рішення та організаційні заходи щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій, а також визначити основні заходи з пожежної безпеки.

#### 10.6.1 Обов'язки та дії персоналу при надзвичайних ситуаціях

При виникненні НС працівник, який її виявив, повинен:

- а) негайно повідомити засобами зв'язку про це ДСНС та Державну пожежну охорону, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- б) повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;

|             |        |                |      |        |      |                  |  |  |  |  |  |      |
|-------------|--------|----------------|------|--------|------|------------------|--|--|--|--|--|------|
| Зам. інв. № |        | Підпис та дата |      | Інв. № |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ |  |  |  |  |  | Арк. |
|             |        |                |      |        |      |                  |  |  |  |  |  | 78   |
| Зм.         | Кільк. | Арк.           | №док | Підпис | Дата |                  |  |  |  |  |  |      |

- в) організувати оповіщення людей про НС;
- г) вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- д) вжити заходів щодо гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння;
- е) керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні;
- ж) перевірити, чи викликано ДСНС та Державну пожежну охорону;
- з) вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- и) у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації наслідків НС;
- к) перевірити здійснення оповіщення людей про НС;
- л) забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації наслідків НС;
- м) організувати зустріч підрозділів ДСНС та Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації наслідків НС.

Після прибуття на місце виникнення підрозділів Державної пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа, в разі дотримання вище вказаних вказівок, ризик загрози здоров'ю обслуговуючого персоналу буде зведений до мінімуму.

10.6.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях передбачена система оповіщення (СО) виробничого персоналу.

Оповіщення про виникнення НС та організація дій персоналу під час евакуації здійснюється наступним чином:

- а) поданням звукових і (або) світлових сигналів в усіх виробничих приміщеннях, в яких постійно або тимчасово перебуває персонал;
- б) трансляцією повідомлень про необхідність евакуації, про шляхи евакуації та напрямки руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки персоналу;
- в) трансляцією повідомлень, спрямованих на запобігання паніки й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- г) ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- д) ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;

|                  |        |      |      |        |      |
|------------------|--------|------|------|--------|------|
| Зам. інв. №      |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Підпис та дата   |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Інв. №           |        |      |      |        |      |
|                  |        |      |      |        |      |
| Зм.              | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |
|                  |        |      |      |        |      |
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |        |      |      |        | Арк. |
|                  |        |      |      |        | 79   |



е) дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 [11] забезпечена можливість прямої трансляції мовленнєвого оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

Звукові оповіщувачі комбінуються зі світловими.

Електропостачання *СО* здійснюється за I категорією надійності згідно з "Правилами устройства электроустановок" (ПУЕ) від двох незалежних джерел енергії: основного - від мережі змінного струму, резервного - від акумуляторних батарей тощо.

Звукові оповіщувачі відповідають вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 "Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові".

Організація ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації відповідає діючим нормативним документам.

#### 10.6.3 Пожежна безпека

Небезпека виникнення пожежі в ампульному цеху пов'язана з наявністю великої кількості хімічних речовин (пальне, масло, системне змащування), розгалуженого кабельного господарства з великими струменевими навантаженнями, високих температур теплоносіїв та вихідних газів, поверхні тепломеханічного устаткування, водню в системі охолодження генератора і т. ін.

У відповідності з вимогами НАПБ Б 03.002-2007, та у зв'язку від характеру речовин, що використовуються у виробництві та їх кількості, надбудова, що проектується відноситься до виробництва категорії Г, вогнестійкість будівель характеризується II-им ступенем згідно з ДБН.В.1.1-7-2002 за вогнестійкістю.

На обладнанні передбачається комплекс заходів, що передбачають як профілактику, так і спеціальні системи для знаходження і гасіння пожежі. Протипожежна профілактика забезпечується дотриманням норм і правил пожежної безпеки.

Джерелами загоряння в приміщенні можуть бути: коротке замикання, перевантаження електромереж, захламленість приміщення, несправність освітлювальних приладів, діяльність оператора.

Тому для запобігання пожежі прийняті міри:

- а) застосовуються плавкі запобіжники, електромагнітні розщиплювачі для захисту від короткого замикання і струмів тривалих перевантажень; мережа з напругою 220 В виконана проводами у вініластових трубах, прокладена в підлозі і стінах;

|                |        |      |      |        |      |                  |      |
|----------------|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. №    |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Підпис та дата |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Інв. №         |        |      |      |        |      |                  |      |
|                |        |      |      |        |      |                  |      |
| Зм.            | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|                |        |      |      |        |      |                  | 80   |

- б) освітлювальні установки піддаються постійному нагляду: регулярному очищенню освітлювальних приладів, своєчасній заміні перегорілих ламп, поточному і профілактичному ремонту;
- в) проводиться контроль за справністю електропроводки.

В якості вогнегасного засобу застосовується розпилена вода, згідно з ДБН В.2.5-56:2014 [12]. Установкою автоматичного водяного пожежогасіння захищаються кабельні приміщення, маслогосподарства турбоагрегатів. На розподільчій мережі АПГ кабельних приміщень встановлюються зрошувачі ДВ-10; для гасіння трансформаторів і маслогосподарства застосовані зрошувачі ОПДР-15.

Автоматичний пуск системи пожежогасіння виконується:

- а) для кабельних приміщень від датчиків пожежної сигналізації типу ДИП-2 з пультами ППС-3;
- б) для блочного трансформатора і трансформаторів в.п. від релейного захисту трансформаторів.

Управління всіма системами пожежогасіння здійснюється від панелей пожежогасіння, які встановлені в приміщенні ЦЦУ та кнопками управління засувками пожежогасіння на місцях.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 та І.S.O 3941-77, в операторській розташовано 2 вуглекислотних вогнегасника ВВК-2.

В робочих приміщеннях виконано усі вимоги НАПБ А.01.001-2004 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      |    |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|----|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № |     |        |      |      |        |      | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |    |
|             |                |        |     |        |      |      |        |      |                  |      | 81 |
|             |                |        | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |                  |      |    |

## ВИСНОВКИ

У цій магістерській дисертації були виконані розрахунки систем опалення і гарячого водопостачання 5-поверхового житлового будинку в м. Кременчуці, в результаті яких був розроблений індивідуальний тепловий пункт. Зважаючи на специфіку будівлі, система теплопостачання виконана двозонною. Кожна зона обслуговується самостійним теплообмінним модулем, що складається з теплообмінників опалення і гарячого водопостачання. Проектом передбачена установка пластинчатих теплообмінних апаратів, що характеризуються високою компактністю, малою вагою, простим монтажем і цілим рядом інших корисних властивостей.

В цілях енергозбереження, а також максимального задоволення індивідуальних вимог споживачів, як нагрівальні прилади прийняті радіатори фірми ТОВ "ПРЕС-ФОРМ" з термостатичним вентилем. Застосування терморегуляторів в опалювальних приладах забезпечує найбільш ефективне управління температурою в приміщенні і забезпечує економію енергії, що витрачається, до 15% в порівнянні з радіаторами не обладнаними якими-небудь засобами регулювання.

У проєкті були вироблені гідравлічні розрахунки трубопроводів, в результаті яких були отримані діаметри трубопроводів і їх опір; був зроблений вибір устаткування: передбачена установка малошумних насосів «*Grundfos*» фірми ТОВ "ГРУНДФОС УКРАЇНА" з низьким споживанням електроенергії.

Проектом передбачена установка теплолічильників поквартирного обліку на системі опалення і водолічильників на гарячій воді, тобто оплата по фактичному споживанню, а також комерційний облік спожитої теплової енергії, встановлений на введенні. Подібна система обліку теплоспоживання дозволяє особисто зацікавити споживача в розумній економії енергії, що дозволяє заощадити до 40% спожитої енергії.

В цілому, магістерська дисертація виконана із застосуванням сучасних методик і спрямована на енергозбереження і підвищення комфорту в житлових будівлях.

|        |                |      |       |        |      |                  |             |
|--------|----------------|------|-------|--------|------|------------------|-------------|
| Інв. № | Підпис та дата |      |       |        |      |                  | Зам. інв. № |
|        |                |      |       |        |      |                  |             |
|        |                |      |       |        |      |                  |             |
|        |                |      |       |        |      |                  |             |
| Зм.    | Кільк.         | Арк. | № док | Підпис | Дата | ТП 81мп 33 12 ПЗ |             |
|        |                |      |       |        |      | Арк.             |             |
|        |                |      |       |        |      | 82               |             |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Краснощёков Е.А, Задачник по теплопередаче / Е.А. Краснощёков, А.С. Сукомел. – М: Энергия, 1975 г. — 198 с.

2 Теплотехнический справочник. : справ. пособ. / Ю.Н. Юренев и П.Р. Лебедев; под ред. Ю.Н. Юренева. - М. : Энергия, 1976 г. – 252 с.

3 ДБН В 2.5. – 67: 2013. Опалення. Вентиляція та кондиціонування. Норми проектування. Чинні від 2013-03-04. – К. : Мінбуд України. – 65 с.

4 Боженко М. Ф. Енергозбереження в теплопостачанні: навч. посіб. / М. Ф. Боженко, В. П.Сало. – К. : НТУУ «КПІ», 2008. – 268 с.

5 ТОВ «ПРЕС-ФОРМ». Каталог. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pres.ua/> (06.12.19).

6 Пуховий І.І. Ґрунтові теплообмінники для теплових насосів, охолодження та підігрівання повітря / І.І. Пуховий, І.Е. Фуртат, В.І. Мариненко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2012 р. — 19 с.

7 Холодильная техника. Свойство веществ. : справ. пособ. / С.Н. Богданов, О.П. Иванов, А.В. Купринова; под ред. С.Н. Богданова. – Ленинград : Машиностроение, 1976 г. – 304 с.

8 ГОСТ 12.1.005: 1988 ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.

9 ДБН 3.3.6.037: 1999. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

10 ДБН В.2.5-28: 2018. Природне і штучне освітлення.

11 ДБН В.1.1-7: 2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

12 ДБН В.2.5-56: 2014. Системи протипожежного захисту.

|             |        |                |      |        |      |  |  |  |  |  |                  |      |
|-------------|--------|----------------|------|--------|------|--|--|--|--|--|------------------|------|
| Зам. інв. № |        | Підпис та дата |      | Інв. № |      |  |  |  |  |  | ТП 81мп 33 12 ПЗ | Арк. |
|             |        |                |      |        |      |  |  |  |  |  |                  | 83   |
| Зм.         | Кільк. | Арк.           | №док | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |                  |      |



Власник документу:  
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:  
1000445691

Дата перевірки:  
29.10.2019 14:03:55 GMT+0

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
29.10.2019 14:04:33 GMT+0

ID користувача:  
77138

Назва документу: Перевірка на плагіат. Тищенко П.І. ТП-81мп

ID файлу: 1000456091 Кількість сторінок: 88 Кількість слів: 11755 Кількість символів: 71844 Розмір файлу: 108.36 KB

## 7.15% Схожість

Найбільша схожість: 5.87% з джерело бібліотеки. ID файлу: 1000051851

|  |   |         |
|--|---|---------|
| 1.45% Схожість з Інтернет джерелами        | 2 | Page 10 |
| 6.64% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту | 3 | Page 10 |

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

## 0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

## Підміна символів

Заміна символів 47

|                |  |
|----------------|--|
| Зам. інв. №    |  |
| Підпис та дата |  |
| Інв. №         |  |

|     |        |      |       |        |      |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
|     |        |      |       |        |      |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата |

|                  |
|------------------|
| ТП 81мп 33 12 ПЗ |
|------------------|

|      |
|------|
| Арк. |
| 84   |